



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

(Mammacchi)

Digitized by Google

KAN 32

GEOGRAFIA UNIVERSALE

CORSO

DI

GEOGRAFIA UNIVERSALE

SVILUPPATO IN CENTO LEZIONI

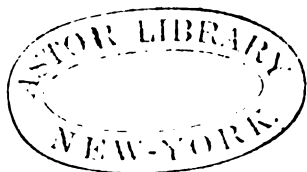
E

DIVISO IN TRE GRANDI PARTI

SCRITTO

Da **F. C. Marmocchi.**

VOLUME QUARTO.



FIRENZE

PER V. BATELLI E COMPAGNI

1841.

CONTINUAZIONE

DELLA

PARTE SECONDA DELLA GEOGRAFIA UNIVERSALE

CHE COMPRENDE

LA STORIA GENERALE NATURALE

D E L L A T E R R A

(GEOGRAFIA FISICA).

LETTORE BENEVOLO

Persuasato, dopo averci molto pensato, che i fenomeni geologici ponno essere meglio intesi quando già si sappia delle meteore, che tanto concorsero a formarli, e che, quantunque lentamente, agiscono ancora sulla superficie del globo per modificarne la fisionomia, ha creduto utile d'invertire l'ordine di queste materie modificando il quadro delle medesime tracciato nella introduzione del primo volume di questo Corso di Geografia Universale.

T' avverto adunque, o Lettore Benevolo, che nel presente volume discorrerò prima la scienza Meteorica e Climatologica, e quindi tratterò della Geologica: — e questo mi pare utile eziandio perchè lo studio di quest'ultimo ramo della Geografia, sarà eccellente e naturale introduzione alla descrizione della Natura Vivente, la quale, tanto nella distribuzione, quanto nelle forme e nell'indole ch'oggi presenta, è il risultamento dei fenomeni dei quali la Geologia indaga le cagioni e considera gli effetti.

L'AUTORE.

METEOROLOGICA E CLIMATOLOGICA

(Studio dell'atmosfera, delle meteore e dei climi)

LEZIONE XLIV.

DELL' ATMOSFERA.

IDEE GENERALI.

Dopo avere descritte le attinenze del nostro pianeta colle altre grandi sfere del sistema solare , e di queste cogli altri mondi dell' universo; dopo avere con minuta attenzione studiata la fisionomia della terra nei suoi elevamenti , che formano secondo la loro ampiezza i continenti o le isole, quelli distinti in regioni fisiche, queste aggruppate in arcipelaghi , catene d' isole, ec., e sì gli uni che le altre scabri di monti, irrigati dai fiumi, sparsi di laghi, dei quali monti, fiumi e laghi dicemmo le naturali bellezze; dopo averla studiata nelle sue magne concavità, che sono occupate dal mare, e aver descritte le loro forme ed estensioni, averne classate le regioni, e accennati i fenomeni più maravigliosi che presentano; ora, per compiere lo studio della parte esterna del pianeta che abitiamo, ne incombe di volgere la nostra attenzione inverso l'aere, gran corpo vasto e profondo più dell' Oceano , ed avvolgente il globo intero formando l'atmosfera, nel fondo della quale noi abitiamo, e nel cui grembo produconsi le meteore. . .

L' *atmosfera* o *aere atmosferico*, è un complesso di fluidi elastici ed invisibili. Dappertutto preme e circonda il nostro pianeta sino a grande altezza, agita i nostri corpi, resiste ai nostri movimenti , e permette alle sostanze leggiere di notare nel suo seno. Fu sempre creduto, e non senza ragione che il calorico, alterando

lo stato naturale dei solidi e dei liquidi, produca questo gran volume di fluidi componente l'atmosfera, parola di lingua greca, che nel nostro idioma significa *sfera di vapori*.

La fluidità dell'aere è evidentissima, poichè la si divide allo infinito, penetra i pori del legno, della carta, ec., si muove facilissimamente da un luogo ad un altro: — nessuna forza, nè della Natura, nè degli uomini, nessun freddo, nessuna compressione, ha potuto diminuire la sua fluidità, meno ancora distruggerla, e ridur l'aere un corpo compatto: l'Hales crede averla compressa 1838 volte; dunque la ridusse una volta più compatta dell'acqua. Esso si servì in tale occasione dell'acqua fatta gelare in una granata di ferro; ma il Bussone però osserva, che l'aria con tal processo trattata non sia stata compressa che 1340 volte, e sia divenuta solo una volta e mezza più pesante dell'acqua.

La figura delle particelle dell'aria è sconosciuta; ma ciascuna di esse è elastica e si lascia facilmente comprimere sino ad un certo punto, allontanandosi dalla figura naturale, come succede di qualunque altro corpo elastico: tolta la compressione, la molecola occupa nuovamente lo spazio primiero, riprende la prima figura, e torna allo stato naturale. — Introducendo velocemente un cilindro dentro un tubo compatto, di modo tale che esattamente vi combaci, l'aere che è dentro al tubo offrirà resistenza per comprimersi, ed il tubo sarà respinto quando cesserà la pressione: un bicchiere vuoto posto coll'apertura sull'acqua, e così immerso, lascerà entrare il liquido fino a certa altezza ma non mai lo empirà, poichè l'aria che è rimasta nell'interno fa resistenza; cessando poi la compressione l'aria si estende nuovamente e spinge il bicchiere fuori dell'acqua: una vescica riempita d'aria resiste non solo alla compressione della mano, ma questa cessando ella riprende perfettamente la primiera figura. — Su questa grande elasticità dell'aria è fondata la ragione di molte macchine pneumatiche, tra le quali è curioso l'archibugio a vento, che spinge palle di piombo velocissime a grande distanza, senza detonazione e solo fischiando pell'aere, in modo che ponno uccidere un uomo. . .

Dentro a questo corpo dell'aria, fino, fluido, trasparente ed elastico, il quale mediante la forza d'estensione penetra tutti gli spazi vuoti, la nostra terra nuota, simile ad un nocciolo, dentro un guscio morbido e tenero.

Qualunque sia la origine dell' atmosfera (intorno a questo argomento diremo ampiamente nella Geologica), è certo non pertanto, che ella si mantiene e si rinnova per le giornaliere e non interrotte decomposizioni e composizioni che si esercitano tra essa ed i corpi terrestri. Quindi l'aria non solo riguardar devesi siccome il serbatoio di una quantità di sostanze eterogenee di specie diverse, di emanazioni, e principalmente dei vapori acquosi, ma altresì come uno dei maggiori laboratori chimici della Natura, nel quale innumerabili fenomeni di scomposizioni e combinazioni costantemente produconsi.

Fu una opinione generalmente ricevuta, che spogliata l'aria di tutte le sostanze straniere che ne alterano sempre in proporzione la purità, altro non resti che un essere semplice, uno dei pretesi quattro elementi a cui gli antichi credettero. Ma dietro le presenti cognizioni della chimica, l'aere è composto di varie sostanze gassose, fra le quali domina il gas azoto, poichè ne contiene all'incirca il settantanove per cento; l'ossigene, altro elemento gassoso, entra nella sua composizione per ventun centesimo. Vi si ritrovano pure alcuni millesimi d'acido carbonico ed una certa quantità di vapore d'acqua, che ordinariamente varia a seconda della temperatura. E quantunque a prima vista sembri che l'atmosfera, involupando la terra da tutte le parti, debba inoltre contenere tutti i corpi gassosi che emanano dal seno del globo o che si formano alla sua superficie, di maniera tale che la sua composizione abbia continuamente a variare ed essere complicatissima, non pertanto questi differenti gasi vi si trovano in quantità così piccole, che fino al presente l'analisi non ne ha potuto far conto veruno.

Per quella composizione che accennammo, succede che l'aere atmosferico sia respirabile per gli animali, il che non avrebbe più luogo, almeno per un gran numero di specie, se la sua composizione cambiasse: è però assai probabile, come vedremo in appresso, che tal composizione non sia sempre stata come è al presente; oltre di che, il celebre Teodoro di Saussure, da alcuni suoi esperimenti comparativi istituiti sulla quantità dei componenti dell'aria, dedusse, che il gas acido carbonico vi predomina nella state, e che nell'inverno vi scarseggia, talchè la sua quantità media è nell'inverno un poco maggiore di 7 parti su 10,000, ed in estate è di quasi 11 parti. E riflettendo che la quantità di un gas non può alterarsi senza influire

sulle proporzioni degli altri due, credè, che nell'aria vi sia maggior copia di gas ossigeno nell'inverno che nella state: ma il Gay Lussac ha reso di niun valore questa ultima opinione.

Quest'acido carbonico è così necessario alla respirazione delle piante, come l'ossigene lo è a quella degli animali: mentre questi ultimi assorbono l'ossigene e lo emettono convertito in acido carbonico, le piante fanno il contrario, decompongono cioè quest'acido per rendere l'ossigene puro all'atmosfera. Così stabiliscesi una sorta d'equilibrio cui debbesi senza dubbio la stabilità di composizione dell'atmosfera attuale.

Lo stesso acido carbonico, benchè più grave di tutte le sostanze gassose, pure si è ritrovato nell'aria delle altissime regioni. Il Saussure lo rinvenne in quella della cima del monte Bianco, il più elevato d'Europa; l'Humboldt l'ha ritrovato nell'aria raccolta dal Gaminin nei suoi viaggi aereonautici; il Sementini ha verificato questo fatto coll'aria presa dalla Blancard nel volo aereostatico che ella eseguì in Napoli.

Questi differenti gas, onde il misto costituisce l'aria che ci circonda, non sono in stato di combinazione ma in stato di miscuglio quasi sempre perfetto, a causa della proprietà che hanno questi corpi di mescolarsi proporzionatamente e con assai facilità; per la qual cosa l'aere raccolto in luoghi ed in altezze differenti, ha sempre presentato una composizione chimica identica. L'analisi fattane in diversi paesi tra loro molto lontani, in Inghilterra dal Cavendish e dal Davy, in Francia ed in Egitto dal Bertholet, in Spagna dal Marty, sulle coste della Guinea dal Beddoez, a diverse altezze dal livello del mare, come a 4776 tese sul monte Bianco, ed a 6900 metri in ascensione aerostatica, avendo sempre dato i medesimi resultamenti, non lascia alcun dubbio su tale composizione. Le correnti che ne cambiano la temperatura e che vi si stabiliscono quasi continuamente, e vengono designate sotto il nome di venti, contribuiscono a formare questo miscuglio, ed a render l'atmosfera omogenea su tutti i punti della terra. . .

Se l'atmosfera inviluppa il globo, deve conseguentemente aver la stessa forma di questo; vale a dire deve essere rigonfiata verso l'equatore, ed appianata verso i poli. Non se ne conosce bene la sua estensione; ma però supponesi ch'ella s'innalzi fino a 15 o 16

leghe: forse la s'estende più oltre, ma allora ha così poca densità, che non è, per così dire, più sensibile. — Il suo limite deve trovarsi nel punto in cui la potenza dell'attrazione si equilibra colla forza di dilatabilità dei gas. . .

Restando invariabile la densità dell'aria, cresce o diminuisce l'elasticità dell'atmosfera, col calore o col freddo. Riscaldandosi una vescica compressa, asciugata e legata all'apertura, si estende sempre di più, e spesso scoppia in fine: se la vescica fosse aperta, l'aria riscaldata ne uscirebbe, perchè aumentandosi l'elasticità, l'aria si estende in uno spazio maggiore, ed in tal guisa continuerebbe, finchè l'elasticità esterna coll' interna fosse equilibrata.

Aperto la porta di una stanza riscaldata, nasce una doppia corrente di aria: l'aria riscaldata cercando di estendersi sempre più, fugge al di sopra, e la fredda penetra al di sotto; lo che possiamo osservare benissimo con una fiaccola, la quale tenendola dalla parte superiore di questa corrente, volge la fiamma al di fuori mentre tenendola in basso, dirigesì nell' interno. Da ciò nasce anche il passaggio d'aria nei ventilatoi, nei cammini ec.

Del resto, nei limiti in cui l'aere possiede una densità apprezzabile, vale a dire molto al di là di tutti i punti della superficie terrestre, la sua costituzione è dovunque la stessa. Questo è vero, in generale, astrazione fatta dai cambiamenti prodotti dalle cause locali, come i venti e le grandi fluttuazioni pari alle onde, che si fanno sentire ad immense distanze. In altri termini, la legge di diminuzione della densità dell'aere, a misura che s'innalza sopra il livello del mare, è la stessa in tutte le colonne in che l'atmosfera può immaginarsi divisa, qualunque sia il punto della superficie della terra dal quale si partono: le ineguaglianze del suolo, risultanti dai monti e dalle vallate, non ne apportano dunque alcuna nella distribuzione degli strati dell'atmosfera; simili ineguaglianze non modificano in alcun modo la forma sferica di questi strati, come le ineguaglianze del bacino del mare non turbano la sfericità della sua superficie. Devesi dunque considerare l'atmosfera come formata di strati sovrapposti, tutti sferici, concentrici colla superficie del mare, tanto più rari o specificamente più leggieri, quanto più alti, ed altrettanto più densi o specificamente più pesanti quanto sono posti più in basso. Questa distribuzione dell'atmosfera è una necessaria

conseguenza delle leggi dell'equilibrio de' fluidi, e si trova verificata dalle osservazioni del barometro, del quale stromento e dei suoi usi or ora diremo.

La gravità dell'aria è sensibilissima, e confermata da infinite esperienze: — quando la non è equilibrata, essa comprime i corpi ed anche li spezza: estraendo l'aria di sotto ad un bicchiere per mezzo della macchina pneumatica colla quale si fa il vuoto, abbenchè il fondo di esso sia fortissimo nulladimeno si rompe; solo resistono i vetri foggjati a campana, poichè si sostengono per mezzo della loro volta. Vuoi tu pesare l'aria? prendi, per esempio, una palla di rame vuota del diametro di un piede; estraendone l'aere, ella peserà meno che quando n'è riempita. Ma la gravità specifica dell'aria è però molto diversa in diversi tempi: il termine medio la presenta, in confronto dell'acqua, 800 volte più leggiera.

L'aere adunque è pesante, e deve comprimere i corpi sui quali riposa: se non sentiamo il peso di lei, questo succede perchè ella agisce con egual compressione da tutte le parti, come fa l'acqua; l'aria inferiore è compressa dalla superiore e reagisce sopra di lei con ugual forza, e così dai lati. A questa reazione dell'aria inferiore sulla superiore devesi eziandio attribuire la possibilità che hanno le trombe aspiranti di tirare l'acqua a grande altezza: gli antichi conoscevano, siringhe, trombe aspiranti, sifoni, ec. ec.; ma spiegavano il fenomeno di essi in modo veramente insignificante, poichè diceano che quello avveniva pel ribrezzo della Natura al vuoto: e fa meraviglia che per gran tratto della sua vita scientifica lo stesso Galileo nostro, il gran restauratore della filosofia naturale, adducesse quella scusa fanciullesca: è evidente però ch'ci non n'era punto convinto, perchè finalmente rinvenne primo la vera causa di simili fenomeni, e, insieme col celebre Cartesio, la disse e dimostrò al mondo. Ma quantunque l'aere graviti addosso a noi, nulladimeno non è dovunque del medesimo peso: nella parte superiore dell'atmosfera, a 15 leghe d'altezza, per esempio, egli non può pesare quanto alla superficie della terra; e così gradatamente negli spazi intermedi.

Possiamo supporre l'atmosfera composta di una infinità di strati di un piede di grossezza, applicati gli uni sugli altri, di maniera tale che il primo, vale a dire l'inferiore, che necessariamente riposerà

sulla superficie delle acque del mare, sostenga tutti gli altri, e sia da essi compresso; quello che gli rimane sopra sarà un po' meno compresso; il terzo lo sarà meno che il quarto; questi meno del quinto, e così di seguito; di maniera tale che concluderassi, che l'aere essendo più compresso alla superficie del mare perchè è il luogo più basso del globo, ivi sarà eziandio più pesante che alla sommità degli alti monti, ove dovrassi necessariamente difalcare il peso di varie migliaia di strati di un piede di grossezza. Or, se così è precisamente, l'aere addivien meno denso a misura che ci innalziamo, e si sa che sulla sommità delle alte montagne ci pare di essere più leggieri, si cammina più facilmente, e si crede di essere trasportati in un'altra atmosfera: le vene del nostro corpo si estendono, come esplicheremo più sotto, ed il respiro ci riesce più incomodo: ottarando fortemente un fiasco pieno di aria a riva il mare, e riaprendolo sopra un alto monte, l'aere dovrà uscirne sibilando, e accostando un lume alla bocca di esso facilmente lo spegnerà.

È noto, che ascendendo 300 metri sul livello del mare, avremmo sotto di noi la trentesima parte di tutta la massa atmosferica; che a tre mila dugento metri, elevazione alquanto minore di quella dell'Etna, ne avremmo sotto i nostri piedi il terzo; e che, infine, verso i cinque mila seicento metri, che è appresso a poco l'altezza del Cotopaxi, avremmo sotto di noi la metà del peso dell'aere che avviluppa la superficie del globo. — Seguendo questo progresso, ovvero computando dietro la cognizione che abbiamo, che l'aere si condensa e diminuisce di volume in proporzione della pressione che riceve (la legge con cui manifestasi questo fenomeno fu scoperta dal Mariotte, per cui i fisici la chiamano dal nome di lui), è agevol cosa comprendere, che se ci innalziamo continuamente sulle montagne, la quantità d'aere che sarà sotto i nostri piedi ad ogni egual quantità di altezza andrà decrescendo rapidamente, e tanto più quanto l'altezza assoluta sarà più grande. Un calcolo facile, basato sulle proprietà ben conosciute dell'aere, in quanto riguarda la sua compressione e la sua dilatazione per il calore, c'insegna, che ad un'elevazione eguale alla centesima parte del diametro del globo, la tenuità o la rarefazione dell'aere deve esser tale, che non solamente nessun animale potrebbe viverci, nè mantenersi la combu-

stione, ma che i mezzi i più delicati per conoscere la presenza dell'aere ivi non ne darebbero alcun sensibile indizio. . .

È stato calcolato qual potrebbe essere il peso della massa totale dell'aere che gravita sul globo, paragonandola con corpi facili a pesare; e fu trovato, che per avere un peso uguale a quello dell'atmosfera, bisognerebbe spandere su tutta la superficie del globo uno strato d'acqua alto 32 piedi, o uno strato di mercurio, che è il liquido più grave per noi conosciuto, alto 28 pollici. Se, dunque, per un modo di proceder qualunque, l'atmosfera potesse liquefarsi ed acquistare la densità dell'acqua o del mercurio, ella sarebbe ridotta ad uno strato di 32 piedi nel primo caso, e ad uno strato di 28 pollici nel secondo.

Fu un giardiniere fiorentino che pose la scienza in sulla via per trovare il ragguglio tra il peso dell'aria e quello dell'acqua: esso restò sorpreso di non potere innalzare l'acqua per mezzo di una tromba aspirante comune, oltre i 30 piedi e mezzo, e comunicò la sua sorpresa al Galileo; il quale, avendo fatti alcuni esperimenti, trovò, che per effetto della compressione dell'aria, l'acqua non si alza veramente più di 32 piedi, nei luoghi posti a riva il mare.

Più facilmente scopresi la compressione dell'aria nel modo seguente: si prenda un tubo di vetro lungo 3 piedi circa, aperto di sopra e di sotto; s'immerga da una parte nell'argento vivo ben purificato, e dall'altra si estragga l'aria finchè il tubo sia pieno di argento vivo; indi si otturi bene l'apertura dalla quale si è tolta l'aria, e si chiuda l'altra col dito: — da questa, tenendola sempre immersa nell'argento vivo, levando il dito vedremo uscire una piccola quantità di metallo, ed abbassarsi un poco la colonna di esso nel tubo, ove però resteranno 28 pollici di argento vivo (semprechè l'esperimento sia fatto a riva il mare). Ora, come spiegare altrimenti questo fenomeno della sospensione del mercurio nel tubo, fuorchè per una forte compressione dell'aria sopra la terra e sopra tutti gli oggetti di essa, come un mare di argento vivo alto 28 pollici? oppure, essendo l'argento vivo 14 volte più grave dell'acqua, come un oceano alto 32 piedi? — Siccome questo esperimento col tubo di vetro fu fatto dapprima dal nostro Torricelli, scolaro del Galileo, circa il 1643, così questo tubo è chiamato *tubo Torricelliano*, e lo spazio vuoto sopra l'argento vivo, *spazio del Torricelli*.

Questi esperimenti dimostrano incontestabilmente la gravità dell'aria, poichè contro l'operazione di pesarla in una palla di rame, come di sopra dicemmo, potrebbesi opporre, che la diversità della gravità della palla pesata prima e dopo di averne estratta l'aria, provenga dai vapori, i quali entrano unitamente all'aria nella palla: ma vedendo, che tanto sotto l'equatore quanto nelle nostre regioni settentrionali, così in tempo delle piogge dirotte come nello splendore del sole, l'argento vivo resta appresso a poco all' istessa altezza, con ragione conchiuderemo, che la compressione e la gravità dell'atmosfera non dipendano dai vapori, ma unicamente dal peso proprio dell'aria e dalla sua straordinaria elasticità.

E di ciò possiamo esser convinti ancor maggiormente per mezzo del *dasymetro* o *manometro*, strumento inventato nel secolo XVII da Ottone di Guerike; il quale consiste in una sfera di metallo vuota, leggiera e ben turata, del diametro di un piede circa, equilibrata da una piccolissima palla per mezzo di un braccio di stadera: appena l'aria condensasi, la palla grande, che si trova natante in un fluido più consistente, s'innalza, e quando l'aria diventa più rara ella, sentendo maggiormente il proprio peso, si abbassa. . .

L'altezza dell'argento vivo non è sempre precisamente la stessa nel tubo torricelliano; sicuro segno che la compressione dell'atmosfera varia alquanto anche in un medesimo sito del globo. Per misurare questa compressione si fissa il tubo sopra una tavola fornita di una scala, che indica i pollici e le linee, e si foggia il pozzetto in modo che il metallo non possa versarsi facilmente: — questi tubi a cui è applicata in qualunque modo una simile scala di pollici e linee, sono i tanto conosciuti *barometri*.

Se un peso uguale ad una colonna d'acqua di 32 piedi gravita su tutti i punti del nostro pianeta che sono sulla superficie del mare e nei siti al livello di quello, la stessa compressione deve necessariamente esercitarsi su tutti i corpi che sono in que' luoghi; i quali supporteranno un peso altrettanto più considerevole quanto più presenteranno di superficie. Quindi il corpo di un uomo, onde la superficie è valutata circa 42 piedi, sopporta appresso a poco una colonna d'aere del peso enorme di 25 mila libbre! — Concepirebbesi difficilmente come da pressione così considerevole non dovesse rimanere schiacciato il nostro corpo, se non si ripensasse, che l'interno

di esso, e tutte le parti che lo compongono, contengono elleno pure una massa d'aere assai considerevole che fa equilibrio con quella di fuori, e che l'aere esteriore, pressando ugualmente in tutti i sensi, distrugge da se stessa da un lato la pressione che esercita dall'altro. — Se si potesse applicare un uomo ad una *macchina pneumatica*, il peso dell'aere basterebbe quindi a schiacciarlo: ma succede ai corpi organizzati posti alla superficie della terra, ciò che avviene ad una spugna immersa in fondo all'Oceano: quando ella ha inzuppato il liquido, sopporta facilmente tutta la colonna d'acqua che le sta sopra. . .

Ma giacchè abbiamo nominato la *macchina pneumatica* sarà utile dirne qualche cosa, tanto più ch'ella c'instruisce sulla forza, l'effetto e le qualità ammirabili dell'atmosfera, molto meglio di quello che non faccia il barometro. Essa fu inventata da quello stesso Ottone di Guerike, prussiano, che abbiamo di sopra nominato, per mezzo di grande penetrazione, studio ed esperimenti, circa l'epoca in cui fu inventato il barometro dal nostro Torricelli.

Il Guerike non si contentò della spiegazione del montare dell'acqua nelle trombe, la quale, in que' tempi, soleasi riguardare siccome l'effetto dell'orrore della Natura pel vacuo: egli, mediante una grande siringa, tentò di procurarsi il vuoto, e riuscì, dopo molti preparativi e cangiamenti, a trarre l'aria da un globo metallico vuoto, che potea chiudere ed aprire a piacere. Le prime esperienze con questo abbozzo di macchina pneumatica furono fatte a Ratisbona al cospetto di Ferdinando III imperatore, e di molti elettori tedeschi, che rimasero stupefatti dagli effetti meravigliosi di questa macchina: il Guerike avea fatto costruire, per esempio, due emisferi di rame che esattamente si combaciavano e formavano un globo del diametro di un piede e mezzo: questi egli unì, e pose tra mezzo i loro margini larghi un anello di pelle umida, onde impedire l'entrata dell'aria: indi n'estrasse l'aria per mezzo di una canna applicatavi, e 12 cavalli attaccati a ciascuno emisfero non furono capaci di separarli..

Roberto Boyle perfezionò la macchina pneumatica: ed in seguito molti altri meccanici e fisici vi fecero utili miglioramenti, sicchè oggi è ridotta una delle meraviglie della meccanica e della fisica. La parte essenziale di essa consiste in un cilindro di ottone, nel quale muovesi in su ed in giù uno stantuffo che chiude esattamente: un

piccolo tubo stretto unisce il cilindro con un piatto d'ottone non flu-
cido, sul quale si pone una campana di vetro, il di cui margine è
arruotato ed unto di olio o di grasso per impedire che l'aria vi pe-
netri. Nel tubo di comunicazione si trova una animella, ed un'altra
ve ne ha nello stantuffo, ed ambedue si aprono esternamente; colla
prima si fa uscire l'aria dalla campana, e colla seconda si fa uscire
dal cilindro. — Da ciò vediamo che per mezzo della macchina pneu-
matica non si avrà giammai un vacuo perfetto.

Supposto, che la campana ed il cilindro sieno dell'istessa capa-
cità, al primo trarre della tromba l'aria della campana vi si esten-
derà come in uno spazio una volta più grande, e in conseguenza
la sua densità sarà diminuita della metà. Lo stesso accadrebbe al
secondo e terzo tratto, ec. ec., della tromba, perchè ad ogni trarre
di essa il cilindro vuotasi dell'aria che contiene e riempiesi di quello
della campana; di modo che la densità dell'aria diverrebbe sotto alla
campana $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{32}$, ec. ec., se in principio vogliamo
chiamarla 1. — Il vacuo del Boyle adunque non sarà mai uguale a
quello del Torricelli, nè potrà essere totalmente libero di aria; ciò
non ostante possiamo diminuire infinitamente la densità dell'aria sotto
alla campana della macchina, quando il cilindro sia molto maggiore
di essa.

Possiamo fare molti esperimenti istruttivi ed interessanti colla
macchina pneumatica.—La campana, per esempio, posta leggermente
sul piatto, dopo il primo trarre della tromba, è compressa con gran
forza sul piatto medesimo; e se invece di una campana sostenuta
pella sua forma arcuata, fosse un bicchiere, allora il fondo si rompe
subito.—Ponendo la mano o il dito sull'apertura del tubo, vi si ri-
mane adesi in modo da non poterci più tirare indietro, e continuando a
rarefare l'aria, si romperà il dito o la mano; lasciandovi poi rien-
trare nuovamente l'aria, diventa libero il dito, e si può levare an-
che la campana. — Saldando sopra il cilindro un vaso di legno in-
cavato nel senso della lunghezza delle sue fibre, e grosso circa tre
linee, e gettandovi dell'acqua; oppure ponendo sul detto cilindro un
piccolo vaso con un fondo di pelle grossa, e riempito d'argento vivo,
vedremo, estraendo l'aria colla tromba, che queste materie penetre-
ranno il legno e la pelle, e cadranno a gocce nel vacuo, poichè il
legno, la pelle o tutte le altre parti dure de'corpi organici, hanno

una quantità di spazi o pori pieni di aria, per cui sono specificamente più leggieri dell'acqua; nei quali spazi, levandone l'aria facilmente penetra il mercurio e l'acqua come se passassero per un crivello. — Ponendo sotto alla campana un uovo dentro un vaso di acqua, e facendo il vuoto, l'uovo copresi interamente di vesciche di aria, che s'innalzano sull'acqua, e vedonsi uscire distintamente dall'uovo getti di aria; facendo un forellino nell'uovo, e ponendolo dentro ad un vaso, vedremo uscirne nel vacuo la parte liquida, e rientrarci di nuovo quando s'introduce l'aria sotto alla campana; lo che prova, che le uova contengono molt'aria che svaporano, per cui si putrefanno; quindi volendole conservare, converrebbe inverniciarle oppure ungerle col grasso. — Una vescica non gonfia ma legata, posta sotto la campana si estende moltissimo, e continuando a rarefare l'aria scoppia: i fiaschi di vetro ben turati scoppiano con veemenza, mentre non possono cedere come fa la vescica. — L'acqua posta sotto alla campana sviluppa moltissima aria; vi compariscono vescichette, parte delle quali si attaccano alle pareti del vaso, e parte nuotano alla superficie dell'acqua ove scoppiano: più aria si leva, e più grosse divengono le vesciche. La birra ed altri fluidi più viscosi ne producono ancora in maggior quantità. — Appena riscaldati i liquidi bollono a scroscio, traboccano e sviluppano vapori elastici fino al segno da superare la compressione dell'aria rarefatta e la fluidità; alcune specie di essi bollono anche senza essere riscaldati: ma questo bollore, malgrado la continuazione dell'istesso calore, cessa però in fine, e non ritorna quand'anche si accresca il grado del calore; ma lasciandoli raffreddare, e riscaldandoli poi nuovamente nel vacuo, ricominciano a bollire anche con un grado di calore minore del primo. — Il barometro abbassa nell'aria rarefatta, e perciò potremmo servircene per misurare il grado della rarefazione di essa sotto la campana della macchina pneumatica; ma nel tempo in cui l'aria si rarefa si sviluppano vapori elastici, che agiscono sul barometro in vece di quella. Il barometro è dunque un semplice metro di elasticità.

Tale è la macchina pneumatica, uno degli ingegni più utili della fisica. . .

Torniamo al primo argomento. — Se il nostro corpo non rimane schiacciato dall'enorme peso di 25 mila libbre d'aria che gravita

sopra di lui, questo avviene, dicemmo, perchè l'aria contenuta nel suo interno, ed anche nei liquidi che esso racchiude, pressa verso l'esterno, come l'aere esteriore comprime dall'esterno all'interno, e questa pressione mantiene l'equilibrio: infatti, se c'innalziamo in un pallone o sur una montagna altissima, il peso dell'aere esteriore non è più sufficiente per comprimere i liquidi che il nostro corpo racchiude, ed il sangue, spinto dal di dentro al di fuori, si fa strada attraverso i pori della pelle. Da ciò, le emorragie del naso e le emotosie che sopraggiungono a molte persone sulle alte montagne, a segno tale che lor ne verrebbe quindi la morte, se per lungo tempo restassero in un'atmosfera cotanto rarefatta.

L'aere del fondo dell'oceano atmosferico, ove gli animali e le piante vivono, tende per effetto della pressione che sopporta a penetrare dovunque vi ha qualche spazio vuoto quantunque sì tenue da essere impercettibile a'nostri sensi. Così, tutte le parti degli animali e de' vegetabili son penetrate da questo fluido; la terra e le pietre porose ne racchiudono ugualmente, e qualche volta più del loro proprio volume; poichè fa d'uopo concepire, che, per effetto dell'attrazione, si formano su tutte le superficie de'solidi, piccoli strati d'aere condensato, di maniera tale che, se in un corpo sono molte cavità, le superficie di esse rimarranno come tappezzate di aere denso.

Ma l'effetto più notevole della pressione dell'atmosfera è la penetrazione dell'aere nei liquidi. L'acqua che scorre alla superficie delle terre, contiene molta aria in dissoluzione: in 25 litri d'acqua, entra un litro di aere che si può estrarre per l'ebollizione, raccogliere e misurare. E' curioso osservare, che quest'aere uscito dall'acqua è più ricco di ossigene dell'aere libero che si respira; il primo ne contiene un trentadue per cento, ed il secondo solamente un ventuno: dal che si deve conchiudere, che dell'azoto e dell'ossigene che è nell'aere, questo penetra l'acqua con più facilità di quello, il quale v'entra in minor porzione. — Notasi eziandio, che l'ossigene disciolto nell'acqua v'è sedici volte più raro che nell'atmosfera, e l'azoto più di trenta volte.

Ciò posto, è stato osservato esister sempre lo stesso rapporto fra la quantità del fluido disciolto in un liquido, e la pressione di questo fluido all'esterno del liquido medesimo: quindi se ne argomentò, che se la pressione dell'atmosfera raddoppiasse, entrerebbe due volte.

più d'aere nell'acqua su cui ella posa: ma all'opposto, togliendo tutto l'aere esteriore all'acqua, ovvero, in altri termini, facendo il vuoto al di sopra di questo liquido, l'aere se ne esalerebbe totalmente: e questo è comprovato dalla esperienza, come dicemmo descrivendo gli effetti della macchina pneumatica. — Ma in questo caso ella perderebbe la proprietà di esser potabile per gli animali; conciossiachè l'acqua è altrettanto migliore a bere quanto più d'aere in dissoluzione contiene: quando ne contiene poco, come allo scaturire di certe sorgenti, o dopo la ebullizione, ella ha un carattere di crudità che indispone gli organi della digestione: allora bisogna lasciarla per qualche tempo esposta all'aria, od agitarla per accelerare l'assorbimento di questo fluido.

Ma la porzione d'aere penetrata nelle acque dell'Oceano, e nell'interno delle terre, è ben poca cosa relativamente alla massa dell'atmosfera; calcolasi che ella ne costituisca appresso a poco la cento cinquantesima parte!—di guisa tale che, rientrando quest'aere nell'atmosfera, dessa non aumenterebbe che di pochissimo la sua pressione. Nondimanco non mancarono i fisici che attribuirono a questa atmosfera interiore un'estensione assai più considerevole; alcuni supposero perfino che l'atmosfera esterna non sia che una debole parte della prima, di maniera tale che un gran numero di fenomeni che succedono sopra di noi, avrebbero la loro origine al di sotto; ma questa opinione è evidentemente esagerata. . .

L'atmosfera gira col pianeta che ella circonda, non però con la medesima sua velocità intorno all'asse, e comunica a ciascun corpo che in essa si trova natante il suo movimento.

Il colore di questo immenso oceano fluido è azzurro o cilestro, ma non addivene visibile se non quando l'aere è in gran massa. Tutti gli oggetti distanti da noi compariscono turchini:—dove potrebbe nascere il fenomeno di questa tinta, altrimenti che dall'aria, che colora gli oggetti veduti a traverso di lei, come fanno i vetri coloriti a traverso dei quali si guarda? L'aria dunque ha un colore visibile: il colore dell'aria più pura è un turchino cupo, che partecipa quasi del nericcio; infatti così veggiamo tinto il cielo, contemplandolo dalle sommità delle montagne, ove l'aria è meno caricata dei vapori che nelle valli. I vapori rendono questo colore più chiaro e bianchiccio, ed abbreviano lo spazio visuale: quindi osservando il cielo dalla

pianura non ci scorgiamo tanta quantità di stelle, nè queste vediamo chiare e splendenti come di sulla sommità de' monti. Quelli i quali hanno creduto che l'azzurro dell'aria nasca dal riflesso de' raggi di luce caduti sopra gli oggetti da cui siamo circondati, ignorarono che l'aria comparisce ugualmente turchina guardandola dalle più alte montagne verso le valli; benchè, a motivo della quantità de' vapori colaggiù esistenti; il colore sia meno carico, e le montagne distanti e le selve ec., appariscano avvolte in un vapore cenerino.

Sembra che l'azzurro del cielo aumenti d'intensità in certe circostanze dell'atmosfera: l'inverno e la state, nel tempo dei grandi freddi e degli eccessivi ardori, il cielo tignesi in generale di un bel colore turchino, lo che succede per la condensazione e precipitazione dei vapori durante il freddo e per la estrema rarefazione e dissoluzione de' medesimi operata dal caldo.

Per mezzo di uno strumento (*cianometro*) munito di vetri turchini di varie gradazioni di colore, si giugne ad esprimere in modo assai certo i diversi gradi d'intensità dell'azzurro del cielo; e tutti gli osservatori son concordi in dire che quel colore diventa sempre più intenso in ragione che ci eleviamo sui monti, o che ci avviciniamo all'equatore. L'abitatore delle pianure, elevandosi 3 o. 4 mila metri (cioè 1500, o 2000 tese) sul livello del mare, è meravigliato dalla tinta oscura che gli presenta la volta azzurra del cielo. — Questa intensità di colore aumenta in ragione della dilatazione dell'aria e della minima massa di vapori attraverso alla quale passano i raggi solari: il Gay Lussac dice di aver veduto all'altezza di 7013 metri, alla quale aggiunse mercè un pallone volante, il colore del cielo tanto intenso da poterlo paragonare a quello dell'azzurro di Berlino.

Il cielo azzurro delle regioni equatoriali, è lo spettacolo che maggiormente colpisce l'europeo boreale, che viaggia il mondo. Nulla, dice l'Humboldt, è paragonabile alla maestà di queste contrade: le stelle fisse vi brillano di una luce tranquilla, simile a quella dei pianeti; elle non scintillano che all'orizzonte. Dei deboli telescopi trasportati d'Europa alle Indie, sembrano avervi aumentato di forza, tanto la trasparenza dell'aere ivi è grande e costante. Ma anche sotto i tropici succede in certi dati giorni dell'anno che l'atmosfera s'ingombri di vapori, ed allora il cielo apparisce meno azzurro e le stelle che non erano scintillanti che all'orizzonte, tremolano anche

al zenith. Il medesimo fenomeno si presenta in modo meno apparente nelle contrade dell'Europa Centrale e Boreale: la mattina i vapori non sono rarefatti; la sera condensansi; e a queste due epoche della giornata l'azzurro del cielo diminuisce d'intensità: mentre qui in Italia, in Grecia, nella Spagna litorale mediterranea, il colore azzurro della volta celeste mantienlisi limpido ed intenso in tutto il dì, laonde spesso dà sufficiente idea di ciò che è sotto i tropici.

Il Frezier, ed anche il Forster padre, hanno spesso osservato nella zona torrida nuvole verdi nel tempo del tramontare del sole; ciò nasce dalla mescolanza dei raggi gialli del sole col turchino dell'aria. Il Forster figlio osservò un giorno a Cassel una simile rifrazione, per cui il cielo intero si tinse vagamente di colore verde chiaro. Sotto i tropici il sole tanto di mattina quanto di sera tinge il cielo dei più vivi colori; quindi queste rifrazioni nei paesi della zona torrida cadono più evidentemente sott'occhio. . .

L'aria non ha per noi nè sapore nè odore alcuno, probabilmente perchè ne siamo continuamente circondati: ma un abitante di un altro pianeta probabilmente troverebbe alla nostra atmosfera un odore ed un sapore distinto.

Tale, in sostanza, è l'atmosfera esterno velame della Terra. Colle seguenti Lezioni compiremo il quadro di questo gran corpo del nostro pianeta. . .



LEZIONE XLV.

DEL BAROMETRO E DELLE SUE OSCILLAZIONI.

Dicemmo e dimostrammo, che l'aere è pesante; che l'atmosfera si può considerare siccome un corpo formato di vari strati, onde gl' inferiori, più compressi, denno esser più densi dei superiori; e riconoscemmo che il suo peso totale è uguale a quello di un letto d'acqua alto trentadue piedi, o di uno strato di mercurio di ventotto pollici di spessezza (sempre dal livello del mare). — Dicemmo eziandio del *barometro*, che in sostanza è una vera bilancia atta a pesare la gravità e la elasticità dell'aria; poichè, se in vece di considerarne la massa tutta intera, supponiamo una colonna verticale di questo fluido che abbia tutta l'altezza dell'atmosfera, e se per mezzo di un tubo chiuso da una delle sue estremità e aperto dall'altra, opponiamo a questa colonna d'aere una colonna di mercurio alta ventotto pollici, queste due masse stanno fra loro in equilibrio (al livello del mare), conciossiachè il mercurio, corpo gravissimo, guadagna in materia quello che la colonna d'aere, sostanza pochissimo densa, guadagna in elevazione. — Il barometro, adunque è una vera bilancia, ed il suo nome, parola di lingua greca appunto significa *misuratore del peso dell'aria*.

Trasportato questo strumento sur una montagna, il mercurio di esso s'abbassa tanto più quanto maggiormente sovr'essa c'innalziamo, poichè e'vi prova la pressione di una colonna d'aere diminuita di tutta l'altezza superata sui fianchi di questa montagna; oltredichè la parte più densa dell'aria, vale a dire la più pesante, è

precisamente quella che vien sottratta dall'elevazione. L'opposto succede quando discendiamo il monte; il mercurio salirà nel tubo del barometro, perchè l'effetto è lo stesso che se aumentasse la colonna d'acre e crescesse la pressione di essa. — Il barometro, adunque, indicherà tutte le variazioni di altezza e di densità dell'atmosfera; e siccome un gran numero di cause ponno produrvi variazioni incessanti più o meno considerevoli, questo strumento sarà eziandio in oscillazione quasi continua: nulladimeno queste oscillazioni sono, in uno stesso luogo, poco considerevoli, quando consideransi i termini medi della quantità delle medesime; nè si può pervenire a trarre nessuna conseguenza sull'andamento di questo utile istrumento, se non che dietro un grandissimo numero di osservazioni fatte con ogni cura possibile.

Abbiamo descritto così all'ingrosso il barometro torricelliano: ogni più minuta notizia di questo strumento spetta al fisico non al geografo: non pertanto diremo, che dal Torricelli suo inventore in poi furono immaginate varie specie di barometri, e che quelli del Buntten denno essere omai preferiti pella loro eccellenza.

Del resto, occorrono molte precauzioni per fare esatte osservazioni barometriche: bisogna accertarsi, che oltre una buona graduazione della colonna, il mercurio ed il tubo sieno ben purgati d'acre, e che il livello del pozzetto corrisponda esattamente al zero della scala; e siccome è sempre necessario di paragonare tra loro le osservazioni, desse devono esser fatte alle medesime ore del giorno, con strumenti il cui andamento sia stato antecedentemente confrontato: — è inutile dire, che in ogni computo barometrico dovrassi tener conto della temperatura e dell'elevazione sul mare del luogo nel quale instituisconsi le osservazioni, al quale oggetto esistono formule di correzione e tavole benissimo fatte che qui riportiamo.



TAVOLA

PER CALCOLARE L'ALTEZZA DELLE MONTAGNE
MERCÈ L'AIUTO DELLE OSSERVAZIONI BAROMETRICHE

Questa tavola, la più comoda di quante ne furono fin ora pubblicate per facilitare il computo delle altezze dei luoghi, almeno quando non vogliansi usare i logaritmi, è lavoro dell'Oltmanns.

Ecco il processo delle operazioni:

Sia h l'altezza barometrica della stazione inferiore espressa in millimetri; h' quella della stazione superiore; T e T' le temperature centigrade dei barometri; t e t' quelle dell'aria.

Ricercasi nella PRIMA TAVOLA il numero che corrisponde ad h ; chiamiamolo a : cercavisi similmente quello che corrisponde ad h' ; indichiamolo colla lettera b : chiamiamo c il numero piccolissimo, generalmente, che nella SECONDA TAVOLA è dirimpetto a $T - T'$; l'altezza approssimativa sarà $a - b - c$. (Se $T - T'$ fosse negativo bisognerebbe scrivere $a - b + c$).

Per applicare a questa altezza approssimativa la correzione dipendente dalla temperatura degli strati di aria, basterà moltiplicare la millesima parte di questa altezza pella doppia somma $2(t + t')$ dei termometri liberi; la correzione sarà positiva o negativa secondo che $t + t'$ sarà positivo o negativo.

La seconda ed ultima correzione, quella della latitudine e della diminuzione del peso, si otterrà prendendo nella TERZA TAVOLA il numero che corrisponde verticalmente alla latitudine, e orizzontalmente all'altezza approssimativa: questa correzione che non può mai oltrepassare i 28 metri è sempre addizionale.

Nel caso rarissimo in cui la stazione inferiore fosse essa stessa elevatissima sul livello del mare, bisognerebbe applicare al risulta-

mento una piccola correzione, della quale rinverrebbe il valore mercè la TAVOLA QUARTA.

In tutte queste tavole usiamo cifre e termini metrici siccome i più scientifici, più facili al calcolo degli altri, e più della scienza universalmente intesi.

Un *metro* equivale a braccia nostre 1, soldi 14, danari 2; — ed a poco più di 3 piedi parigini (esattamente 3 piedi $\frac{7844}{100000}$). Laonde 10 metri sono braccia 17, soldi 2, danari 8; — 100 metri, sono braccia 171, soldi 6, danari 10; — e 1000 metri sono braccia 1713, soldi 8 e danari 6.



TAVOLA I.
ARGOMENTO A E A'

| MILLIMETRI | METRI | DIFFERENZA | MILLIMETRI | METRI | DIFFERENZA |
|------------|--------|------------|------------|--------|------------|
| 370 | 418,5 | 21,5 | 417 | 1370,8 | 19,1 |
| 371 | 440,0 | 21,5 | 418 | 1389,9 | 19,0 |
| 372 | 461,5 | 21,4 | 419 | 1408,9 | 19,0 |
| 373 | 482,9 | 21,3 | 420 | 1427,9 | 18,9 |
| 374 | 504,2 | 21,2 | 421 | 1446,8 | 18,9 |
| 375 | 525,4 | 21,2 | 422 | 1465,7 | 18,9 |
| 376 | 546,6 | 21,2 | 423 | 1484,6 | 18,8 |
| 377 | 567,8 | 21,1 | 424 | 1503,4 | 18,8 |
| 378 | 588,9 | 21,0 | 425 | 1522,2 | 18,6 |
| 379 | 609,9 | 21,0 | 426 | 1540,8 | 18,7 |
| 380 | 630,9 | 20,9 | 427 | 1559,5 | 18,7 |
| 381 | 651,8 | 20,9 | 428 | 1578,2 | 18,6 |
| 382 | 672,7 | 20,8 | 429 | 1596,8 | 18,5 |
| 383 | 693,5 | 20,8 | 430 | 1615,3 | 18,5 |
| 384 | 714,3 | 20,7 | 431 | 1633,8 | 18,4 |
| 385 | 735,0 | 20,6 | 432 | 1652,2 | 18,4 |
| 386 | 755,6 | 20,6 | 433 | 1670,6 | 18,4 |
| 387 | 776,2 | 20,6 | 434 | 1689,0 | 18,3 |
| 388 | 796,8 | 20,5 | 435 | 1707,3 | 18,3 |
| 389 | 817,3 | 20,5 | 436 | 1725,6 | 18,3 |
| 390 | 837,8 | 20,4 | 437 | 1743,8 | 18,3 |
| 391 | 858,2 | 20,3 | 438 | 1762,1 | 18,2 |
| 392 | 878,5 | 20,3 | 439 | 1780,3 | 18,2 |
| 393 | 898,8 | 20,2 | 440 | 1798,4 | 18,1 |
| 394 | 919,0 | 20,2 | 441 | 1816,5 | 18,0 |
| 395 | 939,2 | 20,1 | 442 | 1834,3 | 18,0 |
| 396 | 959,3 | 20,1 | 443 | 1852,5 | 17,9 |
| 397 | 979,4 | 20,1 | 444 | 1870,4 | 17,9 |
| 398 | 999,5 | 20,0 | 445 | 1888,3 | 17,9 |
| 399 | 1019,5 | 19,9 | 446 | 1906,2 | 17,8 |
| 400 | 1039,4 | 19,9 | 447 | 1924,0 | 17,8 |
| 401 | 1059,3 | 19,8 | 448 | 1941,8 | 17,9 |
| 402 | 1079,1 | 19,8 | 449 | 1959,9 | 17,7 |
| 403 | 1098,9 | 19,7 | 450 | 1977,3 | 17,6 |
| 404 | 1118,6 | 19,7 | 451 | 1994,9 | 17,7 |
| 405 | 1138,3 | 19,6 | 452 | 2012,6 | 17,6 |
| 406 | 1157,9 | 19,6 | 453 | 2030,2 | 17,6 |
| 407 | 1177,5 | 19,6 | 454 | 2047,8 | 17,5 |
| 408 | 1197,1 | 19,5 | 455 | 2065,3 | 17,5 |
| 409 | 1216,6 | 19,4 | 456 | 2082,8 | 17,4 |
| 410 | 1236,0 | 19,4 | 457 | 2100,2 | 17,4 |
| 411 | 1255,4 | 19,4 | 458 | 2117,6 | 17,4 |
| 412 | 1274,8 | 19,3 | 459 | 2135,0 | 17,4 |
| 413 | 1294,1 | 19,2 | 460 | 2152,3 | 17,3 |
| 414 | 1313,3 | 19,2 | 461 | 2169,6 | 17,3 |
| 415 | 1332,5 | 19,2 | 462 | 2186,9 | 17,2 |
| 416 | 1351,7 | 19,2 | 463 | 2204,1 | 17,2 |

SEGUE LA TAVOLA I.

ARGOMENTO *h* e *h'*

| MILLIMETRI | METRI | DIFFERENZE | MILLIMETRI | METRI | DIFFERENZE |
|------------|----------|------------|------------|----------|------------|
| | <i>m</i> | | | <i>m</i> | |
| 464 | 2221,3 | 17,1 | 511 | 2989,6 | 15,6 |
| 465 | 2238,4 | 17,1 | 512 | 3005,2 | 15,5 |
| 466 | 2255,5 | 17,1 | 513 | 3020,7 | 15,5 |
| 467 | 2272,6 | 17,0 | 514 | 3036,2 | 15,5 |
| 468 | 2289,6 | 17,0 | 515 | 3051,6 | 15,5 |
| 469 | 2306,6 | 17,0 | 516 | 3067,2 | 15,4 |
| 470 | 2323,6 | 16,9 | 517 | 3082,6 | 15,3 |
| 471 | 2340,5 | 16,9 | 518 | 3097,9 | 15,4 |
| 472 | 2357,4 | 16,8 | 519 | 3113,3 | 15,3 |
| 473 | 2374,2 | 16,9 | 520 | 3128,6 | 15,3 |
| 474 | 2391,1 | 16,8 | 521 | 3143,9 | 15,3 |
| 475 | 2407,9 | 16,7 | 522 | 3159,2 | 15,2 |
| 476 | 2424,6 | 16,7 | 523 | 3174,4 | 15,3 |
| 477 | 2441,3 | 16,7 | 524 | 3189,7 | 15,2 |
| 478 | 2458,0 | 15,6 | 525 | 3204,9 | 15,1 |
| 479 | 2474,6 | 16,7 | 526 | 3220,0 | 15,1 |
| 480 | 2491,3 | 16,6 | 527 | 3235,1 | 15,1 |
| 481 | 2507,9 | 16,4 | 528 | 3250,2 | 15,1 |
| 482 | 2524,3 | 16,5 | 529 | 3265,3 | 15,0 |
| 483 | 2540,8 | 16,5 | 530 | 3280,3 | 15,0 |
| 484 | 2557,3 | 16,4 | 531 | 3295,3 | 15,0 |
| 485 | 2573,7 | 16,5 | 532 | 3310,3 | 15,0 |
| 486 | 2590,2 | 16,4 | 533 | 3325,3 | 14,9 |
| 487 | 2606,6 | 16,3 | 534 | 3340,2 | 14,9 |
| 488 | 2622,9 | 16,3 | 535 | 3355,1 | 14,9 |
| 489 | 2639,2 | 16,2 | 536 | 3370,0 | 14,8 |
| 490 | 2655,4 | 16,2 | 537 | 3384,8 | 14,8 |
| 491 | 2671,6 | 16,3 | 538 | 3399,6 | 14,8 |
| 492 | 2687,9 | 16,2 | 539 | 3414,4 | 14,8 |
| 493 | 2704,1 | 16,1 | 540 | 3429,2 | 14,7 |
| 494 | 2720,2 | 16,1 | 541 | 3443,9 | 14,7 |
| 495 | 2736,3 | 16,0 | 542 | 3458,6 | 14,7 |
| 496 | 2752,3 | 16,0 | 543 | 3473,3 | 14,6 |
| 497 | 2768,3 | 16,1 | 544 | 3487,9 | 14,6 |
| 498 | 2784,4 | 16,0 | 545 | 3502,5 | 14,7 |
| 499 | 2800,4 | 15,9 | 546 | 3517,2 | 14,6 |
| 500 | 2816,3 | 15,9 | 547 | 3531,8 | 14,5 |
| 501 | 2832,2 | 15,9 | 548 | 3546,3 | 14,5 |
| 502 | 2848,1 | 15,9 | 549 | 3560,8 | 14,5 |
| 503 | 2864,0 | 15,8 | 550 | 3575,3 | 14,5 |
| 504 | 2879,8 | 15,8 | 551 | 3589,8 | 14,4 |
| 505 | 2895,6 | 15,7 | 552 | 3604,2 | 14,4 |
| 506 | 2911,3 | 15,7 | 553 | 3618,6 | 14,4 |
| 507 | 2927,0 | 15,7 | 554 | 3633,0 | 14,4 |
| 508 | 2942,7 | 15,7 | 555 | 3647,4 | 14,3 |
| 509 | 2958,4 | 15,6 | 556 | 3661,7 | 14,3 |
| 510 | 2974,0 | | 557 | 3676,0 | 14,3 |

SEGUE LA TAVOLA I.^a
ARGONANTO *k* e *k'*

| MILLIMETRI | METRI | DIFFERENZE | MILLIMETRI | METRI | DIFFERENZE |
|------------|--------------------|------------|------------|--------------------|------------|
| 558 | <i>m</i> 3690,3 | 14,3 | 605 | <i>m</i> 4334,3 | 13,1 |
| 559 | 3704,6 | 14,2 | 606 | 4347,4 | 13,1 |
| 560 | 3718,8 | 14,2 | 607 | 4360,5 | 13,2 |
| 561 | 3733,0 | 14,2 | 608 | 4373,7 | 13,0 |
| 562 | 3747,2 | 14,1 | 609 | 4386,7 | 13,1 |
| 563 | 3761,3 | 14,1 | 610 | 4399,8 | 13,0 |
| 564 | 3775,4 | 14,1 | 611 | 4412,8 | 13,0 |
| 565 | 3789,5 | 14,1 | 612 | 4425,9 | 13,0 |
| 566 | 3803,6 | 14,0 | 613 | 4438,9 | 13,0 |
| 567 | 3817,7 | 14,0 | 614 | 4451,9 | 13,0 |
| 568 | 3831,7 | 14,0 | 615 | 4464,8 | 12,9 |
| 569 | 3845,7 | 14,0 | 616 | 4477,7 | 13,0 |
| 570 | 3859,7 | 14,0 | 617 | 4490,7 | 12,9 |
| 571 | 3873,7 | 13,9 | 618 | 4503,6 | 12,8 |
| 572 | 3887,6 | 13,9 | 619 | 4516,4 | 12,9 |
| 573 | 3901,5 | 13,9 | 620 | 4529,3 | 12,8 |
| 574 | 3915,4 | 13,9 | 621 | 4542,1 | 12,8 |
| 575 | 3929,3 | 13,8 | 622 | 4554,9 | 12,8 |
| 576 | 3943,1 | 13,8 | 623 | 4567,7 | 12,8 |
| 577 | 3956,9 | 13,8 | 624 | 4580,5 | 12,7 |
| 578 | 3970,7 | 13,8 | 625 | 4593,2 | 12,8 |
| 579 | 3984,5 | 13,8 | 626 | 4606,0 | 12,7 |
| 580 | 3998,2 | 13,7 | 627 | 4618,7 | 12,7 |
| 581 | 4011,9 | 13,7 | 628 | 4631,4 | 12,6 |
| 582 | 4025,6 | 13,7 | 629 | 4644,0 | 12,7 |
| 583 | 4039,3 | 13,6 | 630 | 4656,7 | 12,6 |
| 584 | 4052,9 | 13,6 | 631 | 4669,3 | 12,7 |
| 585 | 4066,6 | 13,6 | 632 | 4682,0 | 12,6 |
| 586 | 4080,2 | 13,6 | 633 | 4694,5 | 12,6 |
| 587 | 4093,8 | 13,5 | 634 | 4707,1 | 12,5 |
| 588 | 4107,3 | 13,5 | 635 | 4719,7 | 12,5 |
| 589 | 4120,8 | 13,5 | 636 | 4732,2 | 12,5 |
| 590 | 4134,3 | 13,5 | 637 | 4744,7 | 12,5 |
| 591 | 4147,8 | 13,5 | 638 | 4757,2 | 12,5 |
| 592 | 4161,3 | 13,4 | 639 | 4769,7 | 12,4 |
| 593 | 4174,7 | 13,4 | 640 | 4782,1 | 12,5 |
| 594 | 4188,1 | 13,4 | 641 | 4794,6 | 12,4 |
| 595 | 4201,5 | 13,4 | 642 | 4807,0 | 12,4 |
| 596 | 4214,9 | 13,3 | 643 | 4819,4 | 12,3 |
| 597 | 4228,2 | 13,3 | 644 | 4831,7 | 12,4 |
| 598 | 4241,6 | 13,3 | 645 | 4844,1 | 12,3 |
| 599 | 4254,9 | 13,3 | 646 | 4856,4 | 12,3 |
| 600 | 4268,2 | 13,2 | 647 | 4868,7 | 12,3 |
| 601 | 4281,4 | 13,2 | 648 | 4881,0 | 12,2 |
| 602 | 4294,7 | 13,2 | 649 | 4893,3 | 12,2 |
| 603 | 4307,1 | 13,2 | 650 | 4905,6 | 12,2 |
| 604 | 4321,9 | 13,2 | 651 | 4917,8 | 12,2 |

SEGUE LA TAVOLA I.^aARGOMENTO h E h' .

| MILLIMETRI | METRI | DIFFERENZE | MILLIMETRI | METRI | DIFFERENZE |
|------------|----------|------------|------------|----------|------------|
| | <i>m</i> | | | <i>m</i> | |
| 652 | 4930,0 | 12,2 | 699 | 5484,3 | 11,4 |
| 653 | 4942,2 | 12,2 | 700 | 5495,7 | 11,4 |
| 654 | 4954,4 | 12,2 | 701 | 5507,1 | 11,3 |
| 655 | 4966,6 | 12,1 | 702 | 5518,4 | 11,4 |
| 656 | 4978,7 | 12,2 | 703 | 5529,8 | 11,3 |
| 657 | 4990,9 | 12,1 | 704 | 5541,1 | 11,3 |
| 658 | 5003,0 | 12,1 | 705 | 5552,4 | 11,3 |
| 659 | 5015,1 | 12,1 | 706 | 5563,7 | 11,3 |
| 660 | 5027,2 | 12,0 | 707 | 5575,0 | 11,2 |
| 661 | 5039,2 | 12,0 | 708 | 5586,2 | 11,3 |
| 662 | 5051,2 | 12,1 | 709 | 5597,5 | 11,2 |
| 663 | 5063,3 | 12,0 | 710 | 5608,7 | 11,2 |
| 664 | 5075,3 | 11,9 | 711 | 5619,9 | 11,2 |
| 665 | 5087,2 | 12,0 | 712 | 5631,1 | 11,1 |
| 666 | 5099,2 | 12,0 | 713 | 5642,2 | 11,2 |
| 667 | 5111,2 | 11,9 | 714 | 5653,4 | 11,2 |
| 668 | 5123,1 | 11,9 | 715 | 5664,6 | 11,1 |
| 669 | 5135,0 | 11,9 | 716 | 5675,7 | 11,1 |
| 670 | 5146,9 | 11,9 | 717 | 5686,8 | 11,1 |
| 671 | 5158,8 | 11,8 | 718 | 5697,9 | 11,1 |
| 672 | 5170,6 | 11,9 | 719 | 5709,0 | 11,0 |
| 673 | 5182,5 | 11,8 | 720 | 5720,1 | 11,0 |
| 674 | 5194,3 | 11,8 | 721 | 5731,1 | 11,0 |
| 675 | 5206,1 | 11,8 | 722 | 5742,1 | 11,0 |
| 676 | 5217,9 | 11,8 | 723 | 5753,1 | 11,1 |
| 677 | 5229,7 | 11,7 | 724 | 5764,2 | 10,9 |
| 678 | 5241,4 | 11,8 | 725 | 5775,1 | 11,0 |
| 679 | 5253,2 | 11,7 | 726 | 5786,1 | 11,0 |
| 680 | 5264,9 | 11,7 | 727 | 5797,1 | 10,9 |
| 681 | 5276,6 | 11,7 | 728 | 5808,0 | 10,9 |
| 682 | 5288,3 | 11,7 | 729 | 5819,0 | 10,9 |
| 683 | 5300,0 | 11,6 | 730 | 5829,9 | 10,9 |
| 684 | 5311,6 | 11,6 | 731 | 5840,8 | 10,9 |
| 685 | 5323,2 | 11,6 | 732 | 5851,7 | 10,8 |
| 686 | 5334,8 | 11,6 | 733 | 5862,5 | 10,9 |
| 687 | 5346,4 | 11,6 | 734 | 5873,4 | 10,8 |
| 688 | 5358,0 | 11,6 | 735 | 5884,2 | 10,9 |
| 689 | 5369,6 | 11,5 | 736 | 5895,1 | 10,8 |
| 690 | 5381,1 | 11,6 | 737 | 5905,9 | 10,8 |
| 691 | 5392,7 | 11,5 | 738 | 5916,7 | 10,8 |
| 692 | 5404,2 | 11,5 | 739 | 5927,5 | 10,7 |
| 693 | 5415,7 | 11,5 | 740 | 5938,2 | 10,8 |
| 694 | 5427,2 | 11,5 | 741 | 5949,0 | 10,7 |
| 695 | 5438,7 | 11,4 | 742 | 5959,7 | 10,7 |
| 696 | 5450,1 | 11,4 | 743 | 5970,4 | 10,8 |
| 697 | 5461,5 | 11,4 | 744 | 5981,2 | 10,7 |
| 698 | 5472,9 | | 745 | 5991,9 | |

SEGUE LA TAVOLA I.

ARGOMENTO h E h'

| MILLIMETRI | METRI | DIFFERENZE | MILLIMETRI | METRI | DIFFERENZE |
|------------|----------|------------|------------|----------|------------|
| | <i>m</i> | | | <i>m</i> | |
| 746 | 6002,5 | 10,7 | 769 | 6244,4 | 10,3 |
| 747 | 6013,2 | 10,6 | 770 | 6254,7 | 10,3 |
| 748 | 6023,8 | 10,6 | 771 | 6265,0 | 10,4 |
| 749 | 6034,4 | 10,7 | 772 | 6275,4 | 10,3 |
| 750 | 6045,1 | 10,6 | 773 | 6285,7 | 10,3 |
| 751 | 6055,7 | 10,6 | 774 | 6296,2 | 10,2 |
| 752 | 6065,6 | 10,6 | 775 | 6306,0 | 10,3 |
| 753 | 6075,7 | 10,6 | 776 | 6316,5 | 10,2 |
| 754 | 6086,9 | 10,6 | 777 | 6326,7 | 10,3 |
| 755 | 6098,0 | 10,6 | 778 | 6337,0 | 10,2 |
| 756 | 6108,6 | 10,5 | 779 | 6347,2 | 10,2 |
| 757 | 6119,6 | 10,5 | 780 | 6357,4 | 10,2 |
| 758 | 6129,1 | 10,5 | 781 | 6367,6 | 10,2 |
| 759 | 6140,1 | 10,5 | 782 | 6377,8 | 10,2 |
| 760 | 6150,6 | 10,5 | 783 | 6388,0 | 10,2 |
| 761 | 6161,1 | 10,4 | 784 | 6398,2 | 10,1 |
| 762 | 6171,5 | 10,5 | 785 | 6408,3 | 10,2 |
| 763 | 6182,0 | 10,4 | 786 | 6418,5 | 10,1 |
| 764 | 6192,4 | 10,4 | 787 | 6428,6 | 10,1 |
| 765 | 6202,8 | 10,4 | 788 | 6438,7 | 10,1 |
| 766 | 6213,2 | 10,4 | 789 | 6448,8 | 10,1 |
| 767 | 6223,6 | 10,4 | 790 | 6458,9 | |
| 768 | 6234,0 | | | | |

TAVOLA II.^aARGOMENTO $T = T'$

TERMOMETRO CENTIGRADO DEL BAROMETRO

| GRADI | METRI | GRADI | METRI | GRADI | METRI | GRADI | METRI |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,2 | 0,3 | 5,2 | 7,6 | 10,2 | 15,0 | 15,2 | 22,4 |
| 0,4 | 0,6 | 5,4 | 7,9 | 10,4 | 15,3 | 15,4 | 22,7 |
| 0,6 | 0,9 | 5,6 | 8,2 | 10,6 | 15,6 | 15,6 | 22,9 |
| 0,8 | 1,2 | 5,8 | 8,5 | 10,8 | 15,9 | 15,8 | 23,2 |
| 1,0 | 1,5 | 6,0 | 8,8 | 11,0 | 16,2 | 16,0 | 23,5 |
| 1,2 | 1,8 | 6,2 | 9,1 | 11,2 | 17,5 | 16,2 | 23,8 |
| 1,4 | 2,1 | 6,4 | 9,4 | 11,4 | 16,8 | 16,4 | 24,1 |
| 1,6 | 2,3 | 6,6 | 9,7 | 11,6 | 17,1 | 16,6 | 24,4 |
| 1,8 | 2,6 | 6,8 | 10,0 | 11,8 | 17,4 | 16,8 | 24,7 |
| 2,0 | 2,9 | 7,0 | 10,3 | 12,0 | 17,6 | 17,0 | 25,0 |
| 2,2 | 3,2 | 7,2 | 10,6 | 12,2 | 17,9 | 17,2 | 25,3 |
| 2,4 | 3,5 | 7,4 | 10,9 | 12,4 | 18,2 | 17,4 | 25,6 |
| 2,6 | 3,8 | 7,6 | 11,2 | 12,6 | 18,5 | 17,6 | 25,9 |
| 2,8 | 4,1 | 7,8 | 11,5 | 12,8 | 18,8 | 17,8 | 26,2 |
| 3,0 | 4,4 | 8,0 | 11,8 | 13,0 | 19,1 | 18,0 | 26,5 |
| 3,2 | 4,7 | 8,2 | 12,1 | 13,2 | 19,4 | 18,2 | 26,8 |
| 3,4 | 5,0 | 8,4 | 12,4 | 13,4 | 19,7 | 18,4 | 27,1 |
| 3,6 | 5,3 | 8,6 | 12,6 | 13,6 | 20,0 | 18,6 | 27,4 |
| 3,8 | 5,6 | 8,8 | 12,9 | 13,8 | 20,3 | 18,8 | 27,7 |
| 4,0 | 5,9 | 9,0 | 13,2 | 14,0 | 20,6 | 19,0 | 28,0 |
| 4,2 | 6,2 | 9,2 | 13,5 | 14,2 | 20,9 | 19,2 | 28,2 |
| 4,4 | 6,5 | 9,4 | 13,8 | 14,4 | 21,2 | 19,4 | 28,5 |
| 4,6 | 6,8 | 9,6 | 14,1 | 14,6 | 21,5 | 19,6 | 28,8 |
| 4,8 | 7,1 | 9,8 | 14,4 | 14,8 | 21,8 | 19,8 | 29,1 |
| 5,0 | 7,4 | 10,0 | 14,7 | 15,0 | 22,1 | | |

Per avere la correzione, dell'effetto della temperatura dell'aria, moltiplica la millesima parte della differenza dei numeri corrispondenti a h' e h per la doppia somma dei termometri centigradi liberi.—Questa correzione ha il medesimo segno che la somma di questi termometri.

Prendi la somma o la differenza dei numeri corrispondenti ad h' e $T - T'$, secondo che $T - T'$ è positivo o negativo.

TAVOLA III.^a

ARGOMENTO LATITUDINE DEL LUOGO

(CORREZIONE SEMPRE ADDIZIONALE).

| ALTEZZA APPROSSIMATIVA | 0° | 5° | 10° | 15° | 20° | 25° |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 200 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 400 | 2,4 | 2,4 | 2,4 | 2,2 | 2,0 | 2,0 |
| 600 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 3,2 | 3,0 | 2,8 |
| 800 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,3 | 4,1 | 3,8 |
| 1000 | 5,7 | 5,7 | 5,7 | 5,3 | 5,1 | 4,8 |
| 1200 | 7,0 | 7,0 | 6,8 | 6,4 | 6,0 | 5,8 |
| 1400 | 8,2 | 8,2 | 8,0 | 7,6 | 7,1 | 6,7 |
| 1600 | 9,2 | 9,2 | 9,0 | 8,8 | 8,2 | 7,6 |
| 1800 | 10,4 | 10,4 | 10,2 | 9,8 | 9,4 | 8,6 |
| 2000 | 11,6 | 11,5 | 11,3 | 11,0 | 10,4 | 9,6 |
| 2200 | 12,8 | 12,6 | 12,6 | 12,1 | 11,4 | 10,6 |
| 2400 | 14,0 | 14,0 | 13,8 | 13,3 | 12,5 | 11,6 |
| 2600 | 15,2 | 15,2 | 15,0 | 14,4 | 13,6 | 12,6 |
| 2800 | 16,6 | 16,5 | 16,4 | 15,6 | 14,8 | 13,6 |
| 3000 | 17,9 | 17,7 | 17,6 | 16,8 | 15,8 | 14,6 |
| 3200 | 19,1 | 18,9 | 18,7 | 18,0 | 17,0 | 15,7 |
| 3400 | 20,5 | 20,3 | 20,1 | 19,3 | 18,4 | 16,9 |
| 3600 | 21,8 | 21,7 | 21,4 | 20,4 | 19,6 | 18,0 |
| 3800 | 23,1 | 22,9 | 22,6 | 21,6 | 20,6 | 19,1 |
| 4000 | 24,6 | 24,4 | 24,0 | 22,9 | 21,9 | 20,3 |
| 4200 | 25,9 | 25,7 | 25,3 | 24,3 | 23,0 | 21,6 |
| 4400 | 27,5 | 27,3 | 26,8 | 25,8 | 24,3 | 23,0 |
| 4600 | 28,9 | 28,7 | 28,2 | 27,1 | 25,6 | 24,3 |
| 4800 | 30,4 | 30,2 | 29,6 | 28,4 | 27,0 | 25,5 |
| 5000 | 31,8 | 31,6 | 30,9 | 29,8 | 28,4 | 26,7 |
| 5200 | 33,0 | 32,8 | 32,1 | 31,0 | 29,7 | 28,0 |
| 5400 | 34,3 | 34,1 | 33,5 | 32,4 | 30,8 | 29,2 |
| 5600 | 35,7 | 35,5 | 34,8 | 33,7 | 32,1 | 30,0 |
| 5800 | 37,1 | 36,9 | 36,1 | 35,0 | 33,2 | 31,3 |
| 6000 | 38,5 | 38,3 | 37,5 | 36,3 | 34,3 | 32,3 |

SEGUE LA TAVOLA III.

ARGOMENTO LATITUDINE DEL LUOGO

(CORREZIONE SEMPRE ADDIZIONALE)

| ALTEZZA APPROSSIMATIVA | 00 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 200 | 0,8 | 0,8 | 6,0 | 0,6 | 0,6 | 0,4 |
| 400 | 1,8 | 1,7 | 1,4 | 1,2 | 1,0 | 0,8 |
| 600 | 2,6 | 2,4 | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,2 |
| 800 | 3,5 | 3,1 | 2,8 | 2,4 | 2,0 | 1,7 |
| 1000 | 4,3 | 3,8 | 3,4 | 3,1 | 2,6 | 2,2 |
| 1200 | 5,1 | 4,6 | 4,2 | 3,6 | 3,1 | 2,6 |
| 1400 | 6,1 | 5,4 | 4,8 | 4,2 | 3,6 | 3,0 |
| 1600 | 7,0 | 6,2 | 5,6 | 4,8 | 4,1 | 3,4 |
| 1800 | 8,0 | 7,0 | 6,3 | 5,4 | 4,6 | 3,8 |
| 2000 | 8,8 | 7,8 | 7,0 | 6,0 | 5,1 | 4,2 |
| 2200 | 9,7 | 8,6 | 7,6 | 6,6 | 5,6 | 4,6 |
| 2400 | 10,6 | 9,4 | 8,4 | 7,2 | 6,1 | 5,1 |
| 2600 | 11,6 | 10,5 | 9,2 | 8,0 | 6,8 | 5,6 |
| 2800 | 12,6 | 11,4 | 10,0 | 8,8 | 7,4 | 6,2 |
| 3000 | 13,6 | 12,2 | 10,8 | 9,4 | 8,0 | 6,6 |
| 3200 | 14,6 | 13,1 | 11,5 | 10,1 | 8,6 | 7,0 |
| 3400 | 15,7 | 14,1 | 12,4 | 10,9 | 9,2 | 7,7 |
| 3600 | 16,7 | 15,0 | 13,4 | 11,6 | 9,8 | 8,2 |
| 3800 | 17,7 | 15,9 | 14,3 | 12,4 | 10,5 | 8,7 |
| 4000 | 18,7 | 17,0 | 15,1 | 13,1 | 11,2 | 9,4 |
| 4200 | 19,9 | 18,0 | 15,9 | 14,0 | 12,0 | 10,1 |
| 4400 | 21,1 | 19,1 | 16,9 | 15,0 | 12,9 | 10,8 |
| 4600 | 22,3 | 20,3 | 18,0 | 15,9 | 13,6 | 11,5 |
| 4800 | 23,4 | 21,3 | 19,0 | 16,7 | 14,3 | 12,1 |
| 5000 | 24,6 | 22,3 | 19,9 | 17,4 | 15,0 | 12,7 |
| 5200 | 25,7 | 23,3 | 20,8 | 18,2 | 15,7 | 13,3 |
| 5400 | 26,7 | 24,3 | 21,7 | 19,1 | 16,4 | 13,9 |
| 5600 | 27,8 | 25,3 | 22,6 | 19,9 | 17,2 | 14,5 |
| 5800 | 28,9 | 26,3 | 23,6 | 20,7 | 17,8 | 15,1 |
| 6000 | 30,0 | 27,3 | 24,6 | 21,5 | 18,5 | 15,7 |

TAVOLA IV.

CORREZIONE PER 1000 METRI DI ALTEZZA

| ALTEZZA | METRI | ALTEZZA | METRI |
|---------|-------|---------|-------|
| 400 | 1,71 | 600 | 0,63 |
| 450 | 1,39 | 650 | 0,42 |
| 500 | 1,11 | 700 | 0,22 |
| 550 | 0,86 | 750 | 0,03 |

Sia, per esempio, alla stazione inferiore, $h = 600$ millimetri; la differenza di livello $= 1500$ metri, avremo:

$$1000 : 0,63 = 1500 : 0,^m 95,$$

e la differenza di livello corretta $= 1500,^m 9$. — Questa correzione è sempre addizionale.

TIPO DEL CALCOLO

Altezza di Guanaxuato, osservata dall' Humboldt.

Latitudine $= 21,8^{\circ}$.

Altezza del barometro alla stazione superiore 600^{mil} , $95 = h'$; termometro del barometro $+ 21,^{\circ} 3 = T'$; termometro libero $+ 21,^{\circ} 3 = t$.

Altezza del barometro a riva il mare, 763^{mil} , $15 = h$; termometro del barometro $+ 25,^{\circ} 3 = T$; termometro libero $+ 25,^{\circ} 3 = t'$.

Tavola I, dà

| | | | |
|---|---|--------------------------------|----------|
| { | per 763^{mil} , 15 | ^{m.} 6183,5 | <i>a</i> |
| | per 600 , 95 | 4280,7 | <i>b</i> |
| | per $T - T' = 4^{\circ}$ | 5,9 | <i>c</i> |

$a - b - c$, o altezza approssimativa 1896,9.

1. ^{ma} correzione $= \frac{1897}{1000} \times 2(t + t') + 176,8$.

Somma 2073,7.

2. ^{da} correzione, Tav. III, dà per 2073 e 21° . + 10,6.

^{m.}
Altezza $= 2084,3$.

Questo poi è un altro metodo, che, sotto vari rapporti, differisce dal precedente, e pare più semplice.

Lo imparammo nella fisica del globo del Saigey.

Imagina, o lettore, due barometri, posti uno al piè e l'altro in cima di una elevatissima torre; è chiaro, che il barometro inferiore supporterà, più del superiore, tutto il peso della colonna d'aere che s'innalza dall'uno all'altro, peso che vien rappresentato dalla differenza delle colonne barometriche: ammetti, per esempio, che il barometro inferiore segni 760 millimetri ed il superiore 744; la colonna d'aria intermedia tra i due strumenti peserà dunque come 16 millimetri di mercurio. Ora è noto, che a zero di temperatura e 760 millimetri di pressione, l'aere pesa 10,466 volte meno di questo liquido. La colonna d'aere sarebbe dunque 10,466 volte 16 millimetri, vale a dire 167 metri, se ella fosse a questa temperatura ed a questa pressione: ma ella è, termine medio, a 752 millimetri di pressione; ella sarà dunque un poco più lunga, nel rapporto di 752 a 760, e diverrà 169 metri. Ma se il termometro segna 20,5 gradi a piè della torre, e 19,5 alla sommità, la temperatura della colonna di aere sarà, termine medio, di 20 gradi, e siccome ella s'allunga della 267^a parte per ciascun grado, l'altezza della torre sarà, definitivamente, di 182 metri.

Ma questo semplicissimo metodo non potrai applicarlo che a piccole altezze: quando trattasi di monti elevatissimi, bisogna ricorrere a formule, che, in generale, sono complicatissime, ed hanno molto occupato i geometri ed i fisici. Non possiamo qui farle ostensibili, sendo che tutte contengono de' logaritmi, onde la cognizione ed il calcolo richiede studio profondo della scienza matematica. Ma argomentando sulle leggi del decrescimento del calore, a misura che c'innalziamo nell'aere, si giugne a questa semplicissima formula.

1.^o Rimettete le due colonne barometriche alla temperatura zero.

2.^o Al numero costante 265 aggiugnate la temperatura superiore, moltiplicate per la pressione inferiore e dividete per la pressione superiore: avrete un *primo risultamento*.

3.^o Al numero 265 aggiugnate la temperatura inferiore, moltiplicate per la pressione superiore e dividete per la pressione inferiore: avrete un *secondo risultamento*.

4.^o Dalla temperatura inferiore togliete la temperatura superiore: avrete un *terzo risultamento*.

5.^o Aggiungete il *primo* risultamento al *terzo*, e togliete quindi il *secondo*: avrete un *quarto risultamento*.

6.^o Finalmente, moltiplicate questo *quarto risultamento* per il numero costante 15, ed avrete in metri l'*altezza ricercata*.

(NOTA BENZ. — Quando una temperatura è inferiore a zero, le operazioni che la cifra della sua quantità deve subire cangiano la somma in una sottrazione, e la sottrazione in una somma.)

Ecco un esempio di questo genere di calcolo.

A piè di una montagna il barometro segna millimetri 752,3 ed il termometro gradi 26,5; — alla sommità della montagna il barometro segna millimetri 585,5 ed il termometro gradi 10,3: — Si domanda l'altezza di questa montagna.

Per ricondurre le colonne barometriche a zero, dicemmo che moltiplicansi le loro altezze pelle temperature corrispondenti, e che dividonsi quindi i prodotti per 6196; esse divengono 749,1 e 584,5. — Ciò fatto, si aggiunge 10,3 a 26,5, si moltiplica per 749,1, e si divide per 584,5; dal che emerge 352,7 per *primo risultamento*.

Si aggiunge 26,5 a 265, si moltiplica per 584,5, e si divide per 749,1; dal che viene 227,4 per *secondo risultamento*.

Si toglie 10,3 da 26,5; dal che avremo 16,2 per *terzo risultamento*.

Si aggiunge 352,7 a 16,2 quindi si toglie 227,4; dal che 141,5 per *quarto risultamento*.

Si moltiplichino questo numero per 15, e si avranno finalmente 2133 metri per l'*altezza delle montagne*.

Questa formula conviene alle zone temperate: occorrerebbero alcuni piccoli cambiamenti per i paesi circumpolari e per quelli vicini all'equatore, ed altre correzioni che si perdono negli errori dell'osservazione.

I *termini medi* delle altezze barometriche si ottengono mercè un gran numero di osservazioni. Quella del giorno è la più importante a conoscersi perchè serve di base per ottenere quella de' mesi e degli anni. Comprendesi infatti che per avere il *termine medio*

di un mese, bisogna sommare quelli de'trenta o trentun giorno che lo compongono, e divider per questi medesimi numeri 30 o 31. Per ottenere quello dell'anno, sommansì le altezze di tutti i mesi, e dividesi il totale per dodici.

Si ottiene esattamente il *termine medio* delle altezze barometriche del giorno, osservando con cura il barometro a ciascun' ora della giornata, riunendo le osservazioni e dividendole per 24: ma questo lavoro è lungo e penoso; fu cercato abbreviarlo, e in questo si è riusciti notando, che certe ore del giorno danno scosibilmente l'altezza del mercurio.

Nei principali osservatorii astronomici e meteorici notasi l'altezza del barometro alle ore quattro ed alle nove del mattino, a mezzogiorno, alle tre ed alle nove della sera; di guisa tale che ottiensi pella stazione barometrica della giornata un *termine medio* molto esatto: ma possiamo molto avviciarci al vero anche contentandoci di due osservazioni soltanto, purchè una sia fatta alle nove della mattina, e l'altra alle tre della sera. Fu pure creduto, indotti a ciò da varie osservazioni, e soprattutto da quelle istituite dal Boussingault e dal Rivero sotto l'equatore, che una sola osservazione fatta a mezzogiorno bastasse per dare quel *termine medio*: ma quindi si riconobbe, ed il celebre Humboldt ha molto contribuito a questa rettificazione, che l'ora in cui il barometro più appressasi alla sua media altezza diurna, è quella di dodici ore e mezzo pei nostri climi, e di un' ora pomeridiana per la zona torrida.

Le oscillazioni del barometro succedono contemporaneamente in grandi estensioni di paese, lo che prova, che le variazioni di densità che l'atmosfera subisce son quasi simultanee. — Queste variazioni furono divise in due serie:

1.^a Quelle che sono *periodiche*, e che per conseguenza si rinnovano in date epoche.

2.^a Quelle che sono *variabili*, e le cause delle quali sono poco conosciute.

Queste ultime vengono principalmente attribuite alla forza ed alle direzioni dei venti; è noto che elle annunziano con molta verità i cambiamenti del tempo, ad onta della rapidità colla quale sovente le si succedono.

In quanto alle variazioni periodiche, che sono molto più impor-

tanti, quello che sappiamo e quanto siamo per dirne, è estratto dalle opere del celebre e più volte lodato barone di Humboldt e dalla bella memoria del Bouvard, dotto francese, che ha riunito tutte le osservazioni fatte per gran numero di anni all' osservatorio di Parigi, le ha paragonate ad altre osservazioni raccolte in luoghi lontanissimi, e ne ha tratte conseguenze, che spandono un gran lume sui movimenti del barometro effetto della mobilità della nostra atmosfera.

Le variazioni *periodiche diurne* del barometro furono da prima osservate presso l'equatore, ove sono più sensibili che nei nostri climi; ma molti dotti, tra i quali il Ramond, riconobbero in seguito che le esistono anche nelle nostre latitudini; esse corrispondono a certe ore del giorno ed alle fasi della luna; ma pare però, dietro i meglio calcoli, che quest'ultima causa non produca nell'atmosfera che oscillazioni poco influenti sul barometro, onde le variazioni sembrano provenire da altre circostanze. Il sole pare non abbia nessuna azione sensibile sull'aria per la sua potenza d'attrazione, ma agisce in essa in modo evidente come astro calorifero, e così ha notevole influenza sui movimenti del mercurio.

Il precitato Bouvard ha osservato, che il barometro aggiungeva alla sua *maggiore elevazione* alle ore nove del mattino, e che quindi discendeva fino alle ore tre pomeridiane. In seguito c'risale, ed arriva alla sua *seconda grande altezza* alle nove della sera; poi discende di nuovo per presentare ogni giorno lo stesso periodico abbassarsi ed elevarsi: e dai *termini medii*, dedotti da undici anni di osservazioni, il Bouvard ha trovato, che l'estensione dello spazio nel quale succedono le oscillazioni pel periodo barometrico dalle ore nove della mattina alle tre della sera, è uguale a 0^{mil.}756, mentre per quello della sera non è che di 0^{mil.}375, vale a dire circa la metà del primo. Osservazioni non ancora abbastanza numerose lasciano travedere, che simili periodi esistono cziandio nelle oscillazioni barometriche dalle nove della sera alle quattro della mattina, e dalle quattro alle nove.

Il periodo dalle tre alle nove della sera, è soggetto a piccole variazioni ed irregolari nei diversi mesi; mentre al contrario quello dalle nove della mattina alle tre della sera, va soggetto a variazioni notevolissime; aggiugne al suo *maximum* nei mesi di febbraio,

marzo ed aprile, ed al suo *minimum* nei tre mesi precedenti. Avvi dunque una causa annuale, che diminuisce la variazione diurna nei mesi di novembre, dicembre e gennaio, l'aumenta in febbraio, marzo e aprile, e la mantiene in uno stato medio durante gli altri sei mesi dell'anno.

Le numerose osservazioni del Ramond precipitato, provano pure, che sotto la zona temperata, ai gradi 45 e 46 di latitudine, le ore in cui succedono le massime e le minime oscillazioni barometriche, che quel dotto chiama *ore tropiche* o *ore limiti*, cambiano di state in inverno, e che i due punti del *maximum* e del *minimum* diurni, si ravvicinano al mezzogiorno a misura che sviluppassi il freddo; lo stesso appresso a poco avviene sotto i tropici. Il Boussingault, trasmettendo all'Humboldt per l'Accademia delle Scienze un anno intero di osservazioni di variazioni orarie barometriche, fatte, di unita col Rivero, a Santa Fè di Bogota, così s'esprime intorno alle ore tropiche: — » È un fatto stabilito dai vostri e verificato dai nostri lavori, che nella zona torrida il mercurio arriva al suo *maximum* in fra le ore otto e le dieci della mattina, e che discende quindi nella sera, e aggiugne al *minimum* fra le tre e le cinque pomeridiane; dopo che risale fino alle undici, senza arrivare però alla medesima altezza a cui era giunto alle nove della mattina. Finalmente ridiscende fino alle quattro del mattino, senza pervenire tanto basso quanto era alle quattro dopo il mezzogiorno. — Consultando il registro delle nostre osservazioni (sono più di mille dugento, fatte tutte a Santa Fè di Bogota, negli anni 1823 e 1824) si nota, che la maggiore altezza fu osservata il 16 luglio 1824 alle nove della mattina; ridotta a zero di temperatura, ella dà metri 0,56388; e la più piccola altezza fu osservata addì 5 novembre 1823 alle quattro della sera ed era di metri 0,55768. — Per mesi interi le altezze barometriche osservate alle medesime ore non differirono a Bogota di 0^{mil},4; e nello spazio di un anno intero, il mercurio non oscillò, nel tempo del *maximum*, cioè alle nove della mattina, che fra metri 0,55928 e 0,56388; e nel tempo del *minimum*, vale a dire alle quattro della sera, che fra metri 0,56768, e 0,56185: furono queste le estreme oscillazioni. »

La poca estensione di queste oscillazioni indica bastantemente lo stato di calma che presenta l'atmosfera in quelle regioni.

I venti, o piuttosto la loro direzione, sembrano avere una grande influenza sulla altezza media del barometro; poichè prendendo la media altezza del mezzodì corrispondente ai differenti venti, nello spazio di tempo dal 1815 al 1826 inclusive, vale a dire per cento quarantaquattro mesi, il precitato Bouvard ottenne i resultamenti contenuti nella seguente tavola:

| VENTI | NUMERO | ALTEZZA |
|-------------|-----------------------|----------------------|
| | DELLE OSSERVAZIONI | A MEZZODÌ |
| Mezzodì. . | 682 | Millim. 752,98 |
| Libeccio. . | 727 | 762,38 |
| Ponente. . | 853 | 756,08 |
| Maestrale . | 335 | 758,67 |
| Tramontana. | 483 | 759,76 |
| Greco . . | 377 | 759,89 |
| Levante. . | 324 | 757,04 |
| Scilocco. . | 231 | 754,60 |
| | | Media Millim. 756,42 |

Da tutto questo risulta, che la più piccola altezza coincide coi venti di mezzodì e di libeccio, e la maggiore coi venti di tramontana e di grecale; la differenza è di più di sette millimetri, e prendendo il *termine medio* dei due venti opposti, trovasi un valore vicinissimo al *termine medio reale*.

Vedemmo di sopra, che le oscillazioni barometriche sono più grandi sull'equatore che nelle altre latitudini; e queste variazioni sempre maggiormente diminuiscono a misura che ci avviciniamo ai poli, e, dietro le osservazioni del celebre viaggiatore Parry, a 74 di latitudine boreale sono già nulle. Quantunque sensibilissime sotto i tropici, ove le s'estendono fino a 3^{mil.},40, ivi divengono ugualmente nulle all'altezza di 3000 metri: alzandosi sur una montagna elle adunque diminuiscono come camminando verso i poli. Lo spazio nel quale succedono le variazioni, dice il Ramond, è, in Francia, la metà minore che fra i tropici. Il *maximum* delle variazioni nei

nostri climi è in primavera. L'ascensione barometrica del giorno è in Europa appresso a poco uguale all'abbassamento che l'ha preceduta; mentre, sotto i tropici, le quantità differiscono dal semplice al doppio.

Ma è difficilissimo fissare le cause prime di queste variazioni barometriche. La loro periodicità prova, che sono subordinate al moto rotatorio della terra, poichè accadono con molta esattezza a certe ore del giorno; d'altronde, non vi si può non raffigurarvi gli effetti prodotti dal moto di traslazione del nostro pianeta, sendo che si osservano in certi mesi accrescimenti e diminuzioni costanti nell'altezza della colonna del barometro; poichè è ben provato, che verso gli equinozi il barometro aggiugne al suo *maximum* alle ore 8, 50' del mattino, ed alle 10, 50' della sera, ed al suo *minimum* alle 3, 40' della sera, ed appresso a poco alla stessa ora del mattino; mentre di state, il *maximum* accade alle 8, 30' della mattina, e di verno alle 9, 20'. Queste variazioni sono dovute in parte all'azione del sole sulla nostra atmosfera; o lo stesso è di tutte quelle oscillazioni variabili che sembrano provenire dall'azione calorifera dell'astro del giorno, combinata colla direzione dei venti: ma l'attrazione che esercita questo luminaire non ha, come di sopra abbiamo detto, nessuna notevole influenza sull'inviluppo aereo del nostro pianeta.

Notammo, che le *variazioni periodiche* hanno estensione tanto maggiore quanto più l'osservazione è fatta vicino all'equatore, e che cessano affatto ai poli. Alla latitudine di 60° boreale sono già insensibili; ma il barometro addiviene al contrario altrettanto più variabile quanto più ci avviciniamo ai poli. Le sue più grandi variazioni sono di sei millimetri all'equatore, di trenta al tropico estivo, di quaranta nell'Europa Centrale, e di sessanta a sessantacinque verso il circolo polare. Laonde ogni specie di periodica oscillazione è celata da queste oscillazioni variabili, e non si può giugnere a stabilirle pei luoghi situati avanti il sessantesimo grado di latitudine boreale che prendendo dei termini medi.

Nelle regioni equatoriali, succede il contrario; perchè le variazioni prodotte dai cambiamenti di tempo, sono celate dalle variazioni orarie e periodiche. Questo fatto era stato riconosciuto fino dal 1761, e pubblicato dal Chauvalon. » Il barometro, egli dice, è affatto inu-

tile alla Martinica, per indicare i cambiamenti del tempo, ma offre una singolarità che merita d'esser accuratamente osservata in tutte le sue particolarità. Poco dopo il mio arrivo alla Martinica, scòrsi che il barometro saliva insensibilmente nella mattina; che quindi, dopo essere stato alcun tempo senza moto, cominciava a riabbassare fino al tramonto del sole. Allora, dopo essere stato qualche po' stazionario, risaliva all'imbrunir della notte fino alle dieci della sera.— Nel tempo delle piogge più abbondanti, dei venti e degli oragani, il mercurio sale e discende, se sia la sua ora di salire o discendere, come se tutto fosse tranquillo nell'aere: e la stessa variazione ha luogo nel Senegal, poichè l'Adanson, a cui, fin dal mio arrivo in Francia, ho partecipato questa mia osservazione, mi disse, che era stata parimente verificata in Africa da uno de'suoi amici, cui aveva inviato un barometro. »

L'infaticabile Humboldt ha trovata la stessa regolarità nelle oscillazioni del barometro sotto l'equatore. Tutto, in queste regioni, è sottomesso a una legge regolare ed uniforme; ivi potremmo orizzontarci dietro la direzione delle nubi, e le oscillazioni del mercurio nel barometro indicano l'ora tanto precisamente quasi come un orologio.

I dotti dell'Istituto d'Egitto, nel 1799, 1800 e 1801, non conoscevano la periodicità delle variazioni del barometro presso e fra i tropici; ma un soggiorno di poche settimane al Cairo bastò al Coutelle, che era incaricato delle osservazioni meteoriche, per trovare, in tutte le stagioni, che il mercurio sale dalle ore cinque o dalle cinque e mezzo del mattino fino alle dieci o dieci e mezzo; che discende regolarmente fin alle ore cinque o alle cinque e mezzo dopo il mezzodì; che riascende fino alle ore dieci o alle dieci e mezzo della sera, e che ridiscende fino alle cinque o alle cinque e mezzo del mattino, ec. ec.

Avviene però, eziandio sotto l'equatore, che le cause locali possono turbare la periodicità delle variazioni; tanto accade, per esempio nell'India, ove l'Horsburgh, osservatore della più gran fiducia, ha fatto osservazioni molto curiose intorno alle circostanze climateriche che ivi alterano il tipo dei flussi e dei reflussi atmosferici; ha veduto che a Bombay le piogge interrompono interamente il periodo, ma che osservasi una tendenza alla regolarità, ogni qual

volta il tempo comincia a rischiararsi. Nella medesima stagione è sotto la stessa latitudine, i flussi e i reflussi atmosferici sono sensibilissimi in alto mare, mentre sulle coste la periodicità scompare.

Riassumendo i *termini medi* di vari anni, trovasi: che nell'Europa Centrale la cifra esprime l'altezza barometrica è (per esempio a Parigi) di 756 millimetri, la quale, riducendola al livello del mare, diventa di settecentosessantuno e mezzo. Questa cifra aumenta andando verso l'equatore, e diminuisce procedendo verso il polo; e siccome 759,8 millimetri di mercurio pesano al polo quanto 763,7 all'equatore, queste due cifre devono rappresentare la vera altezza media del barometro su questi due punti. Di grazia non si ha nessun dato certo per fare delle tavole di questo genere, e questi *termini medi*, tanto necessari per fissare le altezze non sono ancora ben conosciuti che in piccolissimo numero di luoghi.

Manchiamo pure di una lunga serie d'osservazioni intorno alle altezze barometriche annuali di un medesimo luogo; e nulla di meno per mezzo di tavole di questo genere potrà solamente sapersi in seguito se la nostra atmosfera aumenta o diminuisce d'estensione, o se nei passati tempi fu più considerevole di quello che è al presente.

Pochi corpi sono permeabili quanto l'atmosfera; il perchè ella è penetrata da differenti fluidi che vi producono fenomeni notevolissimi: il suono, la luce, il calore, il vapore dell'acqua, i fluidi elettrici e magnetici, vi si disperdono, vi si accumulano, o vi si combinano in differenti guise; perfino materie solide sembra vi prendano nascimento. L'esame di tutti questi fenomeni onde l'atmosfera è il teatro, e di cui la maggior parte son conosciuti sotto il nome generale di *meteore*, ci occuperà nelle seguenti Lezioni. — Qui frattanto diremo del suono.

Il suono è l'effetto prodotto da una sorta d'impulsione comunicata all'aria, che la trasmette ad organi particolari. Si propaga per ondulazioni appresso a poco simili a quelle prodotte dalla caduta di un corpo sulla superficie dell'acqua, per cui ne resultano oscillazioni circolari che s'ingrandiscono indebolendosi a misura che

s'allontanano dal centro da cui sono partite: ma le ondulazioni prodotte dal suono sono invisibili, insensibili e soltanto percettibili all'organo dell'udito.

Il suono si propaga nell'aria, alla temperatura ordinaria, con una celerità di trecento quaranta metri (ossieno braccia $582 \frac{1}{2}$) per minuto secondo, celerità assai men grande di quella della luce; laonde nelle burrasche scorgesi il baleno molto tempo avanti che il fragore del tuono abbia colpito il nostro orecchio.

L'elevazione della temperatura dell'aria aumenta la prontezza della trasmissione del suono, la quale è pure coadiuvata dal vento, onde la celerità s'aggiugne alla suddetta di trecento quaranta metri per secondo; per la qual cosa il caldo ed il vento sono le condizioni più favorevoli alla rapida propagazione dei suoni. — Questo, quanto alla celerità del suono: ora diciamo della sua intensità.

Il suono è tanto più forte quanto la densità dell'aere è più grande; laonde ci perde in gran parte della sua intensità sugli alti monti, ove regna un silenzio che ha qualche cosa di particolare: eolassù gli strepiti vicini sembrano lontani; il suono della campana dei villaggi e delle campanelle degli armenti, la voce dei compagni di viaggio, tutto sembra aereo, vaporoso; lo scoppio del fucile non urta troppo il nostro udito; il suono aspro della siringa e della cornamusa s'intende con piacere non producendo quella sgradevole impressione che offende le orecchie nel piano; finalmente il mineralogista più non sente i colpi del suo martello risuonare sui sassi come nelle valli. Nulladimeno, ad onta della poca densità degli strati superiori dell'atmosfera, i suoni si propagano dal basso in alto in modo meraviglioso; que' che volarono coi globi aereostatici, anche dall'altezza di 3,000 tese hanno alcune volte inteso perfino il latrare de' cani, malgrado così prodigiosa elevazione; e l'Humboldt scendendo la Silla di Caracas, una delle alte montagne dell'America, intese a più migliaia di metri di sotto a sè, la voce degli uomini ed il suono acuto delle chitarre.

Del resto, diverse circostanze concorrono ad aumentare od a diminuire l'intensità del suono: la notte è puro e distinto; e benchè tale effetto comunemente si attribuisca al silenzio che allora regna in tutta la natura, non possiamo però disconvenire che vi sia qualche cosa di particolare. — L'Humboldt ha sovente fatta

questa osservazione nei suoi viaggi. » Potrebbe credersi, egli dice, che anche nei luoghi deserti di uomini, il ronzio degl'insetti, il canto degli uccelli, il fremer delle fronde agitate dai più deboli venticelli, producano di giorno un romore confuso, del quale tanto meno ci accorgiamo in quanto che è uniforme, e le nostre orecchie ne sono costantemente colpite. Or questo romore, per quanto poco sensibile, può nulladimeno diminuire l'intensità di un romore più forte; e se, durante la calma della notte, il canto degli uccelli, il ronzio degl'insetti e l'azione del vento sulle foglie cessano, questa diminuzione non ha più luogo. Ma questo raziocinio, anche ammettendo che sia giusto, non può in alcun modo applicarsi alle immense vergini foreste dell'Orenoco, nelle quali il vento non spira che dopo il tramontare del sole, e l'aere è costantemente ripieno di quantità innumerevole di *mosquiti*, specie di insetti il cui ronzio è molto più forte di notte che di giorno: laonde sembrami più probabile, che la presenza di questo luminare agisca sulla propagazione o l'intensità del suono, per gli ostacoli che le correnti di aere di densità differenti, e le parziali ondulazioni dell'atmosfera dall'inequal riscaldamento delle diverse parti del suolo prodotte, a tal propagazione e intensità si oppongono. Nell'aere tranquillo, quando è secco o anche quando è saturo di vapori, purchè questi sieno ugualmente distribuiti, l'onda sonora si propaga senza difficoltà. Ma quando quest'aere è attraversato in tutti i sensi da piccole correnti di fluido più caldo o più umido, il suono si propaga per due onde; e colà dove la densità dell'aria cambia bruscamente, si formano echi parziali che indeboliscono il suono, perchè, riflettendosi, una delle onde ritorna sopra se medesima. — Questa ingegnossissima e plausibile opinione dell'Humboldt, leggesi nel tomo VII della sua magnifica opera intitolata: *Viaggio alle Regioni Equinoziali del Nuovo Mondo*.

In altra opera poi, non meno della prima bella e dotta, che ha per titolo: *Quadri della Natura*, lo stesso profondo ed ingegnoso osservatore cita un altro esempio di questa più facile trasmissione dei suoni in tempo di notte.

» Nei cinque giorni che dimorammo nelle vicinanze della catteratta (sull'Orenoco) osservammo con sorpresa, che il fracasso del fiume era tre volte più forte nella notte che nel giorno. In Europa si osserva la stessa singolarità presso tutte le cascate di acqua.

Ma quale può esser la causa di queste diverse intensità di rumore nel giorno e nella notte, in un deserto ove nessuna opera dell'uomo o convulsione della terra interrompe il silenzio continuo della Natura? Bisogna probabilmente cercarla nella corrente d'aria calda ascendente, che di giorno arresta la propagazione del suono, e che cessa di notte quando la superficie della terra è raffreddata ».

Le grandi foreste presentano gli stessi fenomeni, e lo strepito vi si prolunga per molto tempo ed a grandi distanze. Tutti i viaggiatori che hanno percorso le vaste solitudini dell'America sono stati maravigliati a considerare l'enorme distanza dalla quale si propagano, durante la notte, le grida paurose degli alluati o scimie urlatrici. — Anche nei nostri boschi intendonsi di molto lontano le grida del picchio o le beccate che dà sugli alberi, mentre nelle pianure non coperte di foreste, questi suoni non s'intendono che a brevissima distanza.

La nebbia e la pioggia diminuiscono pure l'intensità del suono, ed uno strato di neve recentemente caduta quasi affatto l'assorbe. Se al contrario ella è indurita e ridotta allo stato di ghiaccio, come pure sul ghiaccio stesso, la voce di un uomo può intendersi dalla distanza di mezza lega.

La configurazione del suolo deve pure molto influire sulla trasmissione del suono, e la terra stessa pare, in certi casi, trasmetterlo più sicuramente che l'aere atmosferico: quando i cannonieri vonno sapere se a distanza succede alcun combattimento, hanno l'avvertenza di appoggiare l'orecchio sul suolo: così essi odono il fragore delle artiglierie mentre in altro modo non sarebbe possibile intenderlo. — Il suono comportasi come la luce relativamente ai corpi solidi: sovente egli è rimbalzato dagli edifizii, dalle rupi e dai fianchi dei monti, producendo un fenomeno che quando è distinto dicesi *eco*, e *risuonanza* quando è diffuso: ma perchè un'eco possa aver luogo, occorre esserne separati per assai grande distanza, altrimenti il suono riflesso si confonde con quello che non lo è; bisogna che esista almeno un decimo di secondo d'intervallo fra questi due suoni, lo che equivale ad una distanza di circa diciassette metri. — La conformazione de'luoghi cagiona sovente che un'eco ripeta il suono più volte; ma in questo caso ei sempre maggiormente s'indebolisce, e termina col divenire insensibile. . .

Alcuni viaggiatori citano suoni più o meno armoniosi emanati dalle rocce: quelli prodotti dalla statua di Mennone in Egitto sono noti fino dai più remoti tempi, ed il celebre erudito Letronne ne ha giudiziosamente indagata ed esposta la causa, in alcune belle memorie per lui lette all'Istituto di Francia; e l'Humboldt più volte citato ne disse di quelli emanati dagli scogli dell'Orenoco. A proposito della cagione che produce questi ultimi suoni, egli racconta: che i banchi di quelli scogli sono attraversati da molti sottilissimi e profondi crepacci; che tali rocce si riscaldano durante il giorno fino a 48 e 50 gradi, e che sovente ha trovato nella notte la temperatura della loro superficie di gradi 39, l'atmosfera ambiente avendone 28: quindi soggiugne, che la differenza di temperatura fra l'aria sotterranea e quella esterna, arriva al suo *maximum* verso il levar del sole, momento al tempo stesso il più lontano dall'epoca del *maximum* del calore del giorno precedente; e finalmente conchiude, che quei suoni d'organo, che s'intendono allorquando giaceai distesi sugli scogli dell'Orenoco, coll'orecchio appoggiato sulla loro superficie, ponno facilmente essere l'effetto di una corrente d'aere che esce dalle fessure.

Il Trevelyan, condotto dal caso a nuove esperienze sul suono, ha creduto trovarvi la spiegazione di questo fenomeno e di molti altri infino ad ora difficilmente spiegati. Egli ha osservato, che passando una verga sufficientemente riscaldata di ferro, di rame, o di varie altre sostanze, sul piombo od altro corpo la cui temperatura sia diversa, questa verga vibra con assai rapidità, e produce suoni più o meno intensi, il tuono dei quali cambia ad un semplice movimento nell'atmosfera: vibrazioni che il Leslie spiegò pei cambiamenti meccanici prodotti dal calorico nel passaro da un corpo in un altro, e per l'espansione e la contrazione che sempre accompagnano l'elevazione e l'abbassamento di temperatura. Le asperità della verga, col favorire inegualmente la trasmissione del calorico, le comunicano un movimento che può ancora esser coadiuvato da una ineguaglianza di peso nelle due superficie irregolari dalla medesima: — il suono proviene dalla rapidità delle vibrazioni.

Se questa spiegazione non è tanto soddisfacente quanto potremmo desiderarla, i fatti però non ne sono meno certi, e il Trevelyan suddetto è di sentimento, che essi possano dare la teorica di molti

fenomeni onde le cause sono rimaste fin qui incognite, come i suoni di cui abbiamo or ora parlato, quelli prodotti al sorgere del sole dalla suddetta statua di Mennone in Egitto, e molti altri simili, che possiam considerare come dipendenti dall'espansione pirometrica e dalla contrazione delle sostanze eterogenee onde la statua e la rupe o la roccia sono composte.

Nella teorica di questo filosofo, gli scuotimenti della terra, le eruzioni vulcaniche, ed i suoni o rumori che sempre accompagnano questi terribili fenomeni, vonno essere considerati come l'effetto di vibrazioni prodotte nel seno della terra dalle masse metalliche riscaldate a contatto delle sostanze fredde e cattive conduttrici del calore;— le vibrazioni, e' dicea, producono i terremoti; crescendo esse d'intensità rompono la crosta della terra sotto alla quale sono i ricettacoli ove si trovano le materie combustibili riscaldate, e le liquide lave; le quali sostanze, non più imprigionate, sorgono alla luce del sole, scorrono alla superficie del globo agglomerandosi sopra di essa, e formando le eruzioni vulcaniche od i sollevamenti plutonici. . .



LEZIONE XLVI.

TEMPERATURA DELL' AERE.

Nel corso di queste nostre Lezioni, specialmente nella *Cosmografia*, abbiamo più di una volta parlato del calore; perchè, sparso alla superficie del globo ed esistente nella nostra atmosfera, egli è la causa di una infinità di fenomeni: nulladimeno, ora che siamo per istudiare particolarmente la scienza della meteorologia non crediamo inopportuno intertenerci nuovamente intorno a così interessante argomento.

Il sole è, non v'ha dubbio, la principal causa del calore. Questo astro immenso agisce continuamente come fonte calorifera, ma sempre sur una metà del globo al tempo stesso: i suoi raggi attraversano lo spazio, aggiungono alla parte superiore dell'atmosfera, la penetrano e arrivano, insieme con quelli della luce, di cui il sole è ugualmente precipua fonte abbondante e perenne, alla superficie del nostro pianeta che illuminano e riscaldano.

Tutti i corpi luminosi che scorgiamo nello spazio, tutte le stelle fisse, lanciano pure raggi di calore, che ci tramandano; e quantunque la potenza calorifera de' medesimi sia, al paragone di quella del sole, estremamente debole, tuttavia una qualche cosa è.

D'altronde il nostro globo ha eziandio una temperatura sua propria, intensissima e centrale, ma a grande profondità, per cui la quantità di quel calore che giugne alla superficie è estremamente debole, ed equivale a circa un trentesimo di grado del termometro

centigrado: — di questo fatto e dei suoi effetti passati e presenti alla superficie del globo, parleremo distesamente nella parte geologica.

Finalmente la maggior parte delle combinazioni che si operano sulla terra, come le operazioni chimiche, la fermentazione, la putrefazione, la combustione dei legnami, del carbone, e soprattutto la respirazione degli animali danno pure una certa quantità di calorico: ma tutte queste sorgenti accessorie di questo fluido, anche riunite, non producono che effetti quasi insensibili; cosicchè, in quanto al calore atmosferico, il sole può considerarsi come il solo corpo che abbia un' azione reale e sensibile.

Ne sembra superfluo ricordare, che il calorico è un fluido invisibile ed imponderabile, che si propaga per via di raggiamento, e che tende sempre a porsi in equilibrio; per cui due corpi, onde uno sia caldo e l' altro freddo, posti a contatto o avvicinati l' uno all' altro, acquistano finalmente la stessa temperatura, il più caldo raffreddandosi, riscaldandosi il più freddo.

Questo accade, per esempio, rispetto al sole e alla terra, ad onta della loro prodigiosa distanza: e i raggi caloriferi del sole riscalderebbero la terra da renderla bentosto per noi inabitabile, se ella non avesse un rapido moto di rotazione, per cui una parte del calore acquistato nel giorno si perde la notte, e va a riscaldare lo spazio onde la temperatura è incomparabilmente inferiore a quella della superficie del globo; l' indomani la stessa metà della terra si riscalda di nuovo, per tornare a raffreddarsi in appresso, ec. ec.

Questi raggi di calore propagansi in linea retta come la luce, e si comportano in differenti maniere, quando incontrano ostacoli sul loro passaggio: — qualche volta attraversando questi ostacoli deviano; ma altre volte sono riflessi, vale a dire respinti dai corpi, quantunque raramente lo sieno in totalità, ma più sovente in parte: — laonde la terra raffreddasi meno quando di notte l' atmosfera è ingombra di nubi, che quando il cielo è sereno; perchè una parte de' raggi del calore che emanano dalla sua superficie vi son rinviati dalle nubi, in vece di continuare la loro via per andare a riscaldare lo spazio: — finalmente il calore può essere assorbito, ed il corpo assorbente si riscalda ritenendo in sè tutti i raggi che arrivano alla sua superficie.

Sebbene il calore abbia molta somiglianza con la luce ciò non

ostante non si comporta com'essa. Dicemmo nella *Cosmografia*, che per mezzo di misure dirette prese con l'actinometro, strumento impiegato per tal genere d'indagini, fu trovato, che di 4,000 raggi solari calorifici, 859 penetrano una lamina piana di vetro grossa una ottava parte di pollice, e che di 4,000 raggi che hanno traversato una simile piastra 816 possono traversarne un'altra simile.

Non v'è, per così dire, alcun corpo, che sia interamente permeabile al calore; anche l'aere rarissimo delle alte regioni dell'atmosfera arresta una piccolissima parte di calorico, — ma questa quantità aumenta negli strati inferiori; dessi si riscaldano più rapidamente, quantunque lascino ancora passare quantità grande di calore.

Ora, poichè il calore si propaga per via di raggiamento, e tende a mettersi continuamente in equilibrio, lo spazio che separa tutti i corpi celesti deve avere una temperatura uniforme e fissa omai da gran tempo; il perchè, se, come generalmente si suppone, il gelo lassù è eccessivo, la terra dovrebbe rapidamente raffreddarsi, e l'inviluppo aereo che la circonda non dovrebbe tardare, condensandosi, a liquefarsi.

I calcoli del Fourrier, e tutte le esperienze che sono state finora istituite per fissare, approssimativamente, questa temperatura dello spazio, la fan supporre dai 60 ai 70 gradi sotto il zero; vale a dire inferiore a quella dei più grandi freddi delle vicinanze de'poli.

Tale sarebbe adunque la temperatura del nostro globo, se il sole scomparisse: oltre l'oscurità che dappertutto regnerebbe, la temperatura molto rapidamente s'abbasserebbe, sino a che finalmente non fosse giunta a 60 o 70 gradi di freddo; conseguentemente, la temperatura di un luogo posto alla superficie della terra deve alla presenza del sole tutto il calore che è sopra i 60 o i 70 gradi di freddo, i quali denno solamente regnare nell'ultimo strato della nostra atmosfera; e poichè lo spazio è continuamente traversato dal calore raggiante, senza però prendere una temperatura più elevata di quei 60 o 70 gradi sotto il gelo, bisogna concluderne, che esso calore non diventa sensibile per noi altro che dopo aver traversato un certo numero di strati d'aere.

Considerata sotto questo rapporto, l'atmosfera è la causa del calore che proviamo; laonde se la terra fosse invilupata da una massa d'aere più considerevole, il calore sarebbe alla sua superficie di

molti gradi più istenso. Per questa stessa ragione c'è permesso supporre, come già abbiamo altrove accennato, che i pianeti anche più lontani dal sole ponno godere della stessa temperatura che noi abbiamo sulla terra, se la densità o l'estensione della loro atmosfera è proporzionata alla loro distanza dalla fonte del calore; mentre lo stesso nucleo del sole potrebbe godere di una temperatura mitissima, se il suo aereo invoglio fosse di una grande densità. . .

Ora diciamo, come questo calore si sparga negli strati di differente densità che compongono la nostra atmosfera, e studiamo le temperature dei luoghi della superficie del globo, e le variazioni delle medesime.

Il termometro, meraviglioso e semplice strumento al tempo stesso, che dobbiamo all'ingegno del gran Galileo, il termometro onde la costruzione e teoria viene indicata in tutte le opere di fisica, ci porge il mezzo di conoscere la temperatura di tutti i luoghi: raccogliendo e paragonando le osservazioni fatte fin qui con questo strumento, si perviene a notabilissimi resultamenti, i quali presenteranno anche maggiore interesse quando le saranno state moltiplicate su tutti i punti della terra.

Sappiamo che il calore ha la proprietà di dilatare tutti i corpi, vale a dire di aumentare il loro volume; e che il freddo, o la diminuzione del calore, ha quella di restringerli. Su questa proprietà è fondata la teoria de' termometri. Il mercurio o lo spirito di vino contenuto nella pallina di vetro riscalda o raffredda, per cui la colonna del liquido contenuto nel tubo, alla cui superficie sono segnati i gradi, sale o scende.

La temperatura del ghiaccio che si forma o che si liquefa, è, come è noto, lo zero della scala termometrica: i gradi di sotto allo zero son preceduti dal segno —, ed indicano un calore tanto minore quanto la cifra è più elevata; quelli di sopra, si fan precedere dal segno +, ed il calore è tanto più grande quanto la cifra esprime un numero maggiore. Lo spazio compreso fra lo zero ed il punto cui la colonna del liquido del termometro sale ponendo lo strumento nell'*acqua bollente*, è diviso in cento gradi (questo riferiscesi al termometro centigrado; quello del Reaumur ha questo spazio diviso in 80 gradi).

Così costituito, il termometro, posto in un luogo qualunque a

contatto dell'aria atmosferica, va soggetto ad oscillazioni quasi continue: la sua colonna è sempre in moto, lo che prova, che la quantità del calore sparso nell'aere varia ad ogni momento. Ora, per conoscere la temperatura di un luogo, bisogna ottenere un termine medio di tutte queste continue oscillazioni: e per ciò bisogna fare un certo numero d'osservazioni: supponiamo che ricerchisi la temperatura di un giorno; in tal caso occorreranno 24 osservazioni, una per ora e per averne il termine medio non dovremo far altro che; sommare il numero de' gradi, e divider il totale per 24. — Otterrebbesi eziandio il termine medio della temperatura di un giorno sommando le temperature più elevata e più bassa dello stesso giorno, e dividendo la somma per 2.

Ma perchè sarebbe estremamente tedioso fare ogni giorno 24 osservazioni per avere quel termine medio, i meteorologici ne fanno solamente tre, perchè l'esperienza ha insegnato, che con esse si può ottenere quel termine medio esattissimo, purchè le sieno fatte:

La 1.^a al sorgere del sole,

La 2.^a due ore dopo il meriggio,

La 3.^a al tramonto del sole.

Siccome però due di questi tempi variano ogni giorno, ad essi si può sostituire, senza tema di errare, due osservazioni a ore fisse, fatte:

Alle nove della mattina,

Alle nove della sera:

Per tal maniera, ottengonsi *termini medi della temperatura del giorno* di molta esattezza. . .

Sommando i termini medi delle temperature de' giorni di tutto un mese, e dividendo la somma per 30 o 31, secondo il numero dei giorni del mese, ottiensi il *termine medio della temperatura del mese* medesimo.

Similmente ripetendo la stessa operazione sui dodici termini medi così ottenuti, si ha per resultamento il *termine medio della temperatura di tutto l'anno*, vale a dire la temperatura che proverebbesi in un luogo, se le quantità inuguali di calore che si sviluppano nelle diverse stagioni e nelle differenti ore del giorno e della notte, fossero uniformemente sparse nel tratto dell'anno.

Ma questi termini medi annuali sono lunghi però dall'indicare il

vero clima dei luoghi; sendo che due siti potrebbero presentare lo stesso termine medio, ed offrire non di manco una gran differenza nei loro prodotti e nelle loro temperature: per esempio, uno di questi luoghi potrebbe avere nella state e nel verno una temperatura poco diversa: un altro luogo all'opposto potrebbe patire gli eccessi di queste due stagioni: ma per fare che il termine medio dell'annua temperatura di questo luogo uguagli quello dell'altro, basta che il termine medio del verno freddissimo, compensi quello della caldissima state. . .

La temperatura cambia a ciascuna ora del giorno: i lunghi calcoli che il Bouvard ebbe cura di fare, fanno conoscere che ella segue, a Parigi, l'ordine seguente:

TAVOLA
DELLE VARIAZIONI ORARIE
DELLA TEMPERATURA

| O R E | TERMINI MEDI DELLA TEMPERATURA DELLE ORE | ESTREMI E MEDI DELLA GIORNATA |
|---|--|-------------------------------------|
| MEZZANOTTE | Gradi 8,5 | |
| 1 | " 8,1 | |
| 2 | " 7,7 | |
| 3 | " 7,4 | |
| 4 | " 7,13 | <i>MINIMUM.</i> |
| 5 | " 7,5 | |
| 6 | " 8,8 | |
| 7 | " 9,2 | |
| 8 | " 10,3 | |
| 8 ¹ / ₃ | " 10,67 | <i>MEDIO.</i> |
| 9 | " 11,21 | |
| 10 | " 12,1 | |
| 11 | " 12,9 | |
| MEZZODI | " 13,50 | |
| 1 | " 14,1 | |
| 2 | " 14,47 | <i>MAXIMUM.</i> |
| 3 | " 13,91 | |
| 4 | " 13,4 | |
| 5 | " 12,8 | |
| 6 | " 12,1 | |
| 7 | " 11,6 | |
| 8 | " 10,8 | |
| 8 ¹ / ₃ | " 10,67 | <i>MEDIO.</i> |
| 9 | " 10,19 | |
| 10 | " 9,7 | |
| 11 | " 9,1 | |

Termine medio della temperatura dei giorni. gr. 10,67

La media temperatura dell'anno (a Parigi), che leggesi in questa tavola, ed è di gradi 10,67, è il prodotto di sedici anni di osservazioni. È da notare, che la temperatura aggiugna al suo *minimum* verso le quattro della mattina, ed al suo *maximum* verso le due della sera: dal che dee argomentarsi, che gli strati inferiori dell'atmosfera si riscaldano in sei ore, e che ce ne vogliono quattordici perchè si raffreddino: e'si riscaldano dunque più presto di quello che non si raffreddino, la qual differenza probabilmente è dovuta al modo di procedere del calore e della luce del sole, sendochè il primo di questi fluidi traversa molto più facilmente i corpi trasparenti quando è accompagnato dalla luce: però l'aere presto si riscalda quando il sole è sull'orizzonte; ma quando è scomparso, il calore che raggia verso lo spazio dai corpi, dovendo traversar l'aria privo di luce, ci mette tempo maggiore.

E qual difficoltà avremo per concepire che l'aria è un ostacolo al raggiamento del calore dalla superficie della terra verso lo spazio, quando ogni notte d'inverno l'esperienza ci dimostra, che i più sottili veli ponno opporsi al raggiamento notturno a stabilire una temperatura diversissima tra l'ambiente superiore al velo e l'inferiore? Un pezzo di semplice tela baciata teso di sopra al suolo, intercettando i raggi del calore che continuo emanano dai corpi che sono alla sua superficie, mantienli ad una temperatura più elevata 6 gradi di quella dell'aere superiore: per questa ragione, delle stuoie leggiere guarentiscono le piante esotiche e delicate dei giardini, dalla letale influenza del ghiaccio: — e chi non sa che nelle notti del mezzo del verno, se il cielo è coperto di nubi non gela, ma il ghiaccio grandemente si addensa se è sereno? . . .

La media temperatura del giorno è indicata in questa medesima tavola, alle ore otto e venti minuti della mattina o della sera. Conseguentemente, se per ottenere il termine medio annuo non si potesse fare che un'osservazione al giorno, il momento che bisognerebbe scerre per farla sarebbe quello delle ore otto e venti minuti: — quanto al *maximum*, egli accade sempre due ore dopo il mezzogiorno: ma se si volessero i termini medi di ogni mese, bisognerebbe cambiar l'ora dell'unica osservazione predetta, e in gennaio farla alle dieci (di mattina), nel luglio alle sette, e nel tempo intermedio, in tutti gli altri mesi, tra le ore 7 e 10: — i *minimum* mensuali han

luogo, nella state, verso le ore tre, e nel verno verso le sei della mattina. . .

Le temperature mensuali variano molto, lo che dimostra a colpo d'occhio la tavola seguente, instituita mercè le assidue osservazioni del prelodato Bouvard, pel clima di Parigi.

| TAVOLA | | | |
|---|---------------|---------------|------------|
| DELLE VARIAZIONI | | | |
| DELLE TEMPERATURE MENSILI | | | |
| MESI | MAXIMUM | MINIMUM | MEDIO |
| Gennaio . . . | Gr. + 4,0 . . | Gr. — 0,1 . . | Gr. + 2,0 |
| Febbraio . . . | " 6,8 . . | " + 1,2 . . | " 4,0 |
| Marzo . . . | " 10,5 . . | " 5,5 . . | " 7,0 |
| Aprile . . . | " 14,2 . . | " 6,1 . . | " 10,7 |
| Maggio . . . | " 18,6 . . | " 9,4 . . | " 14,0 |
| Giugno . . . | " 21,8 . . | " 12,1 . . | " 17,0 |
| Luglio . . . | " 23,4 . . | " 13,9 . . | " 18,7 |
| Agosto . . . | " 23,0 . . | " 13,7 . . | " 18,2 |
| Settembre . . | " 20,1 . . | " 11,4 . . | " 15,8 |
| Ottobre . . . | " 15,2 . . | " 7,8 . . | " 11,5 |
| Novembre . . | " 9,4 . . | " 4,5 . . | " 7,0 |
| Dicembre . . | " 5,8 . . | " 2,0 . . | " 3,9 |
| Termine medio del <i>maximum</i> e del <i>minimum</i> | | | Gr. + 10,8 |

Gennaio è dunque il più freddo, e luglio e agosto sono i più caldi mesi dell'anno: — quindi si osserva che la temperatura media de' mesi d' ottobre e d' aprile s' approssima molto a quella media dell'anno.

La distribuzione poi del calore nelle varie parti dell'anno è talmente simmetrica, che (per darne un esempio nell'Europa) i giorni i quali rappresentano le temperature medie dell'anno, sono, secondo l'Humboldt:

A Buda, in Ungheria, sul Danubio, il 18 aprile e 20 ottobre;

A Milano, nell'Italia Settentrionale, in mezzo alla pianura di Lombardia, non lungi dal Po, il 13 aprile e 21 ottobre.

A Parigi, nella Francia Centrale, sulla Senna, a mediocre distanza dall'Atlantico, il 12 aprile e 20 ottobre.

Al Brewster dobbiamo la cognizione di un'altra legge numerica delle temperature annuali, estremamente notevole e generalissima; egli così la esprime: — *La mezza somma delle temperature medie di due ore della stessa denominazione, è, colla differenza di meno di un grado centesimale circa, uguale al termine medio della temperatura dell'anno intero.* (Per la Scozia, la differenza non è neppure di due decimi di grado).

Ma per uno stesso luogo, il termine medio delle temperature annuali può variare di più gradi da un anno all'altro; ciò prova la seguente tavola, redatta colle osservazioni del Bouvard, pel clima di Parigi.

TAVOLA
DELLE VARIAZIONI

DEL TERMINE MEDIO DEL CALORE ANNUO
A PARIGI.

| ANNI | TERMINE MEDIO DEL CALORE |
|---------------|--------------------------|
| 1806. | Gr. 12,1 |
| 1807. | " 10,8 |
| 1808. | " 10,3 |
| 1809. | " 10,0 |
| 1810. | " 10,6 |
| 1811. | " 12,0 |
| 1812. | " 9,9 |
| 1813. | " 10,2 |
| 1814. | " 9,8 |
| 1815. | " 10,5 |
| 1816. | " 9,4 |
| 1817. | " 10,4 |
| 1818. | " 11,4 |
| 1819. | " 11,1 |
| 1820. | " 9,1 |
| 1821. | " 11,2 |
| 1822. | " 12,2 |
| 1823. | " 10,4 |
| 1824. | " 11,2 |
| 1825. | " 11,7 |
| 1826. | " 11,4 |

Termine medio finale, Gr. 10°8

Da tutte queste osservazioni risulta, che la maggior variazione di temperatura, durante questa serie non breve di anni, è di gradi 27: ma del resto, non è nessuna regolarità, nessuna graduazione in questi termini medi, sicchè per essi è impossibile di sospettare aumento o diminuzione costante di calore alla superficie del globo: d'altronde son tante le cause accessorie che ponno modificare la temperatura nel corso di una stagione, che non possiamo sperare d'ottenere qualche istruzione intorno a così interessante argomento, che dopo molti secoli di precise e non interrotte osservazioni.

Possiam conoscere con molta esattezza la media temperatura di un luogo prendendo la mezza somma delle temperature *minimum* e *maximum* (cioè quella del momento del sorgere del sole, e quella delle due dopo il mezzogiorno) del luogo medesimo.—Discutendo un numero grandissimo d'osservazioni, fatte in una zona dell'emisfero boreale, compresa frai paralleli 46 e 48, il celebre Humboldt è pervenuto a provare, che di tutto il tempo di una giornata, il solo momento del tramontar del sole dà una temperatura media che differisce appena di alcuni decimi di grado da quella dedotta dalla combinazione delle osservazioni del levare, e delle ore due dopo il meriggio: egli ha veduto eziandio, che ne' nostri climi potrebbesi calcolare assai esattamente la temperatura media dell'anno, dietro le sole osservazioni fatte alle ore quattro della mattina.

Il medio termine della temperatura annua di un luogo situato sotto le zone temperate, non può ottenersi che raccogliendo le osservazioni di un gran numero d'anni, perchè in queste zone si osservano grandi differenze accidentali di temperatura, mentre sotto i tropici, ove l'influenza di queste circostanze accidentali è leggerissima, un solo anno d'osservazione dà la temperatura media dei luoghi con grande esattezza. Quivi il termometro non oscilla, in un anno intero, che d'alcuni gradi sopra o sotto i punti della media temperatura; pella qual costanza puossi ottenere la temperatura media di un luogo, qualunque sia d'altronde la sua elevazione sopra il mare, per mezzo di alcune osservazioni termometriche fatte sotterra in una buca fonda appresso a poco un piede o circa mezzo braccio.—Infatti, se il clima di un paese fosse assolutamente invariabile, la temperatura del suolo sarebbe uguale a quella dell'aere, e la profondità a cui occorrerebbe discendere per trovare lo stato invariabile della

temperatura sarebbe piccolissima.—Per mezzo di questo metodo d'osservazione il Boussingault stabilì, che la temperatura media della zona torrida Americana è di gradi 26 a 28,5 del termometro centigrado. L'abbondanza delle foreste e l'umidità che ne risulta producono colà il raffreddamento del clima, nelle ampie e basse valli dei fiumi verso i liti del mare, mentre la siccità e l'aridità aumentano il calore su pei fianchi sassosi dei monti fino a certa altezza. Ciò spiega perchè la temperatura aumenti in modo sensibile nell'interno delle terre Americane: così, la temperatura media della valle superiore del fiume Maddalena, uguaglia quella di Cartagena che è sul Mare di Colombo, e sorpassa quella di Guayaquil e di Tumaco, luoghi situati sotto quasi all'equatore a riva il Grande Oceano, ad onta di una elevazione di più di 200 metri. . .

Questo, quanto alle temperature de' luoghi ed alle variazioni di esse; ora discorriamo delle diversità di temperatura secondo i gradi di latitudine.

È noto, per ciò che abbiám detto nella cosmografia, che quando i raggi solari cadono perpendicolarmente sul suolo lo riscaldano molto più di quando vi arrivano obliquamente; tante osserviamo nel verno, in cui la temperatura è più bassa che nella state, benchè la terra sia allora più vicina al sole; e questa osserviamo ogni giorno paragonando le temperature della mattina e della sera, momenti in cui il sole è appena sul nostro orizzonte, a quella che proviamo a mezzodì, quando egli è al più alto punto del suo cerchio diurno. La posizione della terra relativamente al sole, e l'inclinazione del suo asse di rotazione sull'eclittica, fanno che la zona torrida riceva più verticalmente i raggi solari, e che la sua temperatura sia più elevata di quella delle altre parti del globo. — In una parola, la temperatura media dei luoghi, deve decrescere in ragione della distanza dall'equatore e dello avanzarsi verso i poli.

Le osservazioni hanno, in generale, confermato queste previsioni teoretiche. Ma si notano grandissime differenze nelle temperatura de' paralleli o linee di latitudine, che dividono il nostro globo. Ne possiam formare un giudizio dalla tavola qui sotto inserita.

Dobbiamo principalmente all'Humboldt le cifre più positive sulla distribuzione del calore alla superficie della terra. Primo egli ha

cercato trarre alcune generali conseguenze dalle sue proprie osservazioni, e da quelle che innanzi a lui erano state fatte intorno a questo curioso ed interessante argomento. — Frattanto ecco la tavola.

TAVOLA

DELLE DIFFERENZE DELLA TEMPERATURA

SECONDO LE LATITUDINI

| NOMI DE' LUOGHI | LATITUDINE BOREALE | TEMPERATURA MEDIA |
|--|-----------------------|----------------------|
| Pondichery, nell' India | Gr. 11,55' | Gradi + 29,6 |
| L' Avana, a Cuba, maggiore delle isole Antille | " 23,90 | " + 25,7 |
| Il Cairo, in Egitto | " 30,20 | " + 22,4 |
| Napoli, nella Italia Meridionale | " 40,50 | " + 19,5 |
| Venezia, nella Italia Settentrionale | " 45,26 | " + 13,6 |
| Parigi, nella Francia Centrale. | " 48,50 | " + 10,6 |
| Varsavia, in Polonia. | " 52,14 | " + 9,2 |
| Quebec, nel Canada, Colombia | " 46,47 | " + 5,4 |
| Pietroburgo, in Russia, sul Baltico | " 59,58 | " + 3,8 |
| Capo Nord, in Lapponia | " 71,00 | " 0,0 |
| Isola Melville, nelle regioni polari boreali del Nuovo Mondo. | " 75,00 | " - 18,5 |

Scorgonsi subito a colpo d'occhio in questa tavola grandi irregolarità nella distribuzione del calore; poichè Varsavia, che è sul grado 52, 14' di latitudine, ha una temperatura più elevata di Quebec, che è sul 46, 47'. Ma una folla di cause, molte delle quali sono totalmente incognite, scompigliano quella regolarità che ci aspettiamo di trovare per mezzo del calcolo. Fra quelle a noi cognite, possiam citare, oltre l'altezza sopra il livello del mare (degli effetti della quale sulla temperatura più innanzi diremo), la presenza di montagne o più o meno alte, l'esposizione o guardatura del sole, la maggiore o minor distanza dal mare, la natura del suolo, la direzione abituale de' venti, ec. ec.; ed una o più di queste cause producono irregolarità assai grandi nella distribuzione del calore, per cui i luoghi che lo provano in dosi uguali, quasi mai non sono situati sui cerchi paralleli all'equatore o sulle latitudini terrestri, ma sibbene le serie di essi formano linee di andamento bizzarro e tortuoso, alle quali fu dato il nome di *linee isoterliche*. Così una di tali linee, partendo da Parigi onde l'annua media temperatura è, come vedemmo, di gradi 10,16, se volesse condursi per tutti i punti de' quali il termine medio dell'annua temperatura è lo stesso, bisognerebbe tracciarla ben diversamente dalla parallela o linea di latitudine sulla quale è situata Parigi; nè sarebbe parallela con le altre linee *isoterliche*, più di quello che, non fosse colle latitudini, perchè lo spazio compreso fra questa linea e un'altra, onde il termine medio sia, per ipotesi, gradi 9, formerebbe una zona *isoterlica* sinuosa, onde gli allargamenti ed i restringimenti non potrebbero in modo alcuno esser preveduti dal calcolo.

Quando un gran numero di termini medi saranno stati determinati, potremo tracciar su carte, meglio di quello che è stato fatto fin qui, strisce indicanti queste sorta di livelli tanto per lo studio della geografia organica necessari.

Però quanto adesso conoscesi, basta per ottenere alcuni dati rilevantissimi. E' bas'ano, per esempio, a dimostrarci, che la linea di maggior calore, che potremmo chiamare *equatore termale*, ed i punti dei più grandi freddi, i quali potremmo conseguentemente appellare *poli glaciali*, non corrispondono nè all'equatore, nè ai veri poli della terra. — L'equatore termale s'eleva di alcuni gradi a borea dell'equatore terrestre nell'interno dell'Africa, e lo taglia

in due punti opposti, e situati uno sulla costa del Perù, l'altro nell'isola di Sumatra, da dove probabilmente discende un po' verso mezzogiorno nel mezzo del Grande Oceano.

Il *polo glaciale dell' emisfero boreale* pare situato a 170 gradi di longitudine occidentale di Parigi, e 80 di latitudine, vale a dire a borea dello stretto di Bhering, che separa l'Asia dall'America ed alla distanza di gradi 10 del polo terrestre; di sorta tale che, sarebbe lontano appresso a poco dal polo della terra quanto n'è l'isola di Melville, che allo incirca avrebbe per conseguenza il clima del polo artico.

Il *polo glaciale dell' emisfero australe* è molto più difficile a determinare, attesa la scarsità delle osservazioni in questa remota parte del globo. Al dire del Saigey, che prendemmo a scorta in queste interessanti particolarità, quel secondo polo glaciale sarebbe situato sullo stesso meridiano del primo, dalla stessa parte dell'asse della terra; per cui questi poli non occuperebbero due estremità di un stesso diametro, ma sarebbero situati in modo, che la loro più corta distanza si misurerebbe a traverso il Grande Oceano, e la più lunga a traverso l'Africa e l'Europa.

La maggior vicinanza dei *poli glaciali*, misura si dunque sur un arco (minore di un semicerchio) del 170^{mo} meridiano occidentale di Parigi; e la maggior distanza sur un arco (maggiore di un semicerchio) che comprende tutto il 10^{mo} meridiano a levante della detta metropoli: per questa cagione quello sarà il più freddo, questo il più caldo meridiano della terra: laonde l'Europa o l'Africa più calde dell'Asia e dell'America, come l'osservazione conferma.

Il meridiano 170^{mo}, che potremmo chiamare *meridiano frigido*, traversa pochissime terre. Partendo dal polo boreale, s'estende sur una parte della Siberia Orientale, su le isole Aleuzie, su quelle di Chatam e sulle Mulgrave; passa vicino alle Nuove Ebridi, e traversa la Nuova Zelanda, che è la terra più vicina al polo glaciale australe.

Il *meridiano caldo* o la linea del maggior calore, prima traversa la Groenlandia, poi le isole Ferroer e le Ebridi, poi l'Irlanda, quindi il Portogallo: prolungasi sur una gran parte dell'Africa, il Gran Déserto, una porzione della Senegambia e della Guinea. Dall'altro lato dell'equatore, non è alcuna terra sulla sua direzione, meno che l'isola di Sant'Elena, che n'è però alquanto lontana.

A 90 gradi di distanza da questi sono i *meridiani di temperatura media*: uno traversa la Siberia Centrale, la Cina, e l'Indocina; l'altro passa attraverso del Canada, della Washingtonia, del Mare del Messico, e della costa del Perù. . .

L'abbassamento di temperatura, che si osserva a misura che ci allontaniamo dall'equatore terrestre, non ha luogo proporzionalmente infino al polo: diviene più rapido avvicinandoci al polo dal Nuovo Continente e dall'Asia, e farsi più lento procedendovi dall'Africa e dall'Europa. In Francia la temperatura diminuisce di tre gradi del termometro centigrado per ogni cinque gradi di latitudine, o circa cento venticinque leghe; il che forma quarantadue leghe per grado.

Per conoscere la causa produttrice di queste differenze nelle temperature, dice il Saigey, bisogna considerare l'Europa, l'Asia, l'Africa e le due penisole del Nuovo Mondo, come formanti un solido sistema in opposizione del sistema delle acque del Grande Oceano. Questi due grandi sistemi ricevono ugualmente il calore solare, ma uno lo perde meno rapidamente dell'altro. Infatti, quando il primo strato liquido del mare s'è raffreddato pel suo raggiamiento notturno, diviene più pesante degli strati inferiori, si abbassa ed è rimpiazzato da uno di questi, il quale si raffredda a sua volta, e così continuamente degli altri; al contrario è del raffreddarsi dello strato superficiale del suolo, il quale quantunque da prima sia rapidissimo, si rallenta però in seguito, perchè questo strato non può cedere il suo posto agli inferiori che restano più caldi: laonde la somma totale de' raggi perduti dal mare, oltrepassa in un tempo dato la somma de' raggi perduti dai continenti, di maniera tale che la temperatura media di questi deve superare la temperatura media del mare. L'emisfero in cui si trova il solido sistema antidetto, sarà dunque più caldo dell'opposto, occupato quasi unicamente dal Grande Oceano.

Un solo fatto, omai incontrastabile, pare contraddire a questa teoria, ed è l'enorme differenza che esiste nella temperatura dell'aere, presa sui continenti o in alto mare: i continenti son sempre più freddi; infatti, mentre il termometro dava allo Scoresby, all'isola Melville, situata al parallelo 75^{mo} di latitudine, gradi — 18,5 non gli dava che — 8,3 in alto mare, al 70^{mo} parallelo di latitudine. . .

Sarebbe cosa curiosa ricercare qual sia veramente la estensione della variazione di temperatura alla superficie del globo; fin qui non

si ottennero su questo argomento che calcoli approssimativi: supponesi, per esempio, che al polo, ove la temperatura media deve esser di circa gradi -93 , il più gran freddo possa essere di gradi -57 . Il maggiore calore osservato è quello che il Ritchie e il Lyon provarono nell' oasi di Murzuck, ed era di $+54$; il termometro s' elevò a Bassora, ai tempi del Beauchamp, a gradi 45 . Avrebbe dunque, nel primo caso, una scala di 111 gradi, e nel secondo, una scala di 102 , per le estremità della temperatura alla superficie del globo. — Sotto questa larga zona sviluppansi tutti i corpi organizzati, e produconsi tutti i fenomeni atmosferici. L'uomo ha superato queste temperature estreme, ma sovente lotta con pena contro il rigore del clima, ed il tempo annichilerà certamente la sua razza su vari punti del globo. . .

È noto per ciò che abbiám detto più volte, che il calore emanato dal sole traversa lo spazio per arrivar sulla terra, e che una volta pervenuto alla superficie della nostra atmosfera, vi penetra per arrivar fino nel fondo di essa, alla superficie del suolo. Sappiamo pure che questo calore segua certe date leggi per espandersi sulla terra, e che diminuisce a misura che ci si avvicina ai poli; fenomeno che dicesi *decreaseimento della temperatura in latitudine*. Ora ne manca di avvertire un altro genere di variazione nella temperatura, cioè *il decreaseimento di essa in altezza sul mare*: di ciò ci accingiamo a dire, ultimando così la presente Lezione.

Rammentiamo che la nostra atmosfera è formata di strati l'uno all'altro sovrapposti, i quali sono tanto più densi quanto più prossimi al suolo. Questa densità viene indicata dal barometro, onde la colonna si ridurrebbe a nulla se questo strumento fosse trasportato nella parte superiore dell'involuppo aereo che ci attornia, al punto in cui arrivano i raggi di calore, dopo aver percorso lo spazio.

Gli strati superiori dell'atmosfera sono traversati da questi raggi, ed al tempo stesso son riscaldati; ma perchè l'aere si riscalda quanto più è denso, gli strati inferiori dell'oceano atmosferico denno per conseguenza esser più caldi dei superiori: l'aria di quelle superne regioni contiene, è vero, più calore di quella delle parti basse dell'atmosfera, ma questo calore è *latente*, vale a dire è insensibile, e serve soltanto a dilatare le sue molecole, mentre negli strati inferiori, ove quelle molecole sono meno distanti, racchiude

maggior quantità di calore *apparente* o *libero*, cioè sensibile a' nostri sensi ed ai termometri.

Da ciò risulta, che gli strati superiori quantunque più rarefatti sono più freddi degli inferiori, sebbene più densi, lo che ciascuno può osservare ascendendo sulle montagne. Sovr' esse s'arriva pure ad un punto, il quale varia in altezza per ogni latitudine, in cui la temperatura non s' eleva sopra il ghiaccio, ed allora la neve accumulata copre continuamente i lor fianchi e le lor cime; di modo che le alte montagne della zona torrida presentano sopra una piccola estensione, i climi di tutta la superficie della terra.

Scorgesi la differenza di temperatura, effetto dell'elevazione, osservando nel medesimo istante due termometri posti a stazioni o altezze differenti; e da queste osservazioni concludesi il termine medio indicante quanti metri è d'uopo innalzarsi perchè la temperatura abbassi di un grado.

Questo è ciò che indica la tavola seguente.

La prima colonna della medesima ci dice le differenti stazioni, le quali sono segnate a due a due; sulla prima linea è sempre la stazione superiore.

La seconda colonna indica le temperature corrispondenti alle due stazioni.

La terza contiene l'eccesso di temperatura della stazione inferiore sulla stazione superiore.

Nella quarta è registrata la distanza verticale delle due stazioni.

La quinta indica il numero de' metri d'elevazione per ogni grado d'abbassamento di temperatura, supponendo il decrescimento di essa proporzionale all'altezza, lo che non è perfettamente esatto.

TAVOLA

DEL DECRESCIMENTO DI TEMPERATURA

OSSERVATO A DIVERSE ALTEZZE

| NOMI DELLE STAZIONI | | Temperature delle stazioni superiori ed inferiori | Differenza tra le temperature delle due stazioni | Distanza verticale tra le due stazioni | Altezza in metri per il raffreddamento di un grado centigrado |
|---------------------|--|---|--|--|---|
| 1 | { Aerostato del Gay-Lussac Parigi | { - 9,5 } 30,8 | 40,3 | 6979 ^m | 174 ^m |
| 2 | { Chimborazo Grande Oceano | { - 1,6 } 25,3 | 26,9 | 5879 | 219 |
| 3 | { Monte Bianco Ginevra, a mezzodì | { - 2,9 } 28,3 | 31,2 | 4374 | 140 |
| 4 | { Monte Bianco Ginevra, a 2 ore di sera | { - 1,6 } 27,6 | 29,2 | " | 150 |
| 5 | { Pico di Teneriffa Orotava (Cordier) | { + 8,4 } 24,9 | 33,3 | 3729 | 226 |
| 6 | { Monte Bianco Chamouny, a mezzodì | { - 2,9 } 23,0 | 25,9 | 3722 | 144 |
| 7 | { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , a due ore di sera | { - 1,6 } 25,0 | 26,6 | " | 140 |
| 8 | { Etna Catania (Saussure) | { + 4,4 } 23,1 | 18,7 | 3237 | 178 |
| 9 | { Monte Perduto Tarbes | { 6,9 } 5,6 | 18,7 | 3117 | 167 |
| 10 | { Colle del Gigante Ginevra | { 4,5 } 24,9 | 20,4 | 3060 | 150 |
| 11 | { Maladetta Tarbes (Cordier) | { 3,4 } 20,8 | 17,4 | 2904 | 167 |
| 12 | { Pico du Midi Tarbes, 26 luglio 1809 | { 11,5 } 27,5 | 15,9 | 2613 | 164 |
| 13 | { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 15 settembre | { 18,6 } 9,6 | 11,0 | " | 238 |
| 14 | { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 4 settembre 1803 | { 8,1 } 22,5 | 14,4 | " | 181 |
| 15 | { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 12 settembre | { 10,4 } 23,5 | 13,1 | " | 199 |

SEGUE LA TAVOLA
DEL DECRESCIMENTO DI TEMPERATURA
OSSERVATO A DIVERSE ALTEZZE

| NOMI DELLE STAZIONI | Temperature delle stazioni superiori ed inferiori | Differenza tra le temperature delle due stazioni | Distanza verticale tra le due stazioni | Altezza in metri per il raffreddamento di un grado centigrado |
|--|---|--|--|--|
| 16 { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 23 settembre | 8,1 18,8 | 10,7 | 2613m | 244m |
| 17 { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 27 settembre | 4,0 19,1 | 15,1 | " | 175 |
| 18 { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 30 settembre | 4,3 14,8 | 10,5 | " | 249 |
| 19 { Colle del Gigante Chamouny | 4,5 21,6 | 17,1 | 2384 | 139 |
| 20 { Monte Perduto Barièges. | 6,9 25,0 | 18,1 | 2152 | 119 |
| 21 { Pico d'Eyrè Tarbes. | 11,0 21,3 | 10,3 | 2147 | 208 |
| 22 { Pico di Montaigu. Tarbes. | 3,1 14,5 | 11,4 | 2053 | 180 |
| 23 { Pico du Midi Barièges, 30 agosto 1805 . | 16,4 26,7 | 10,3 | 1655 | 161 |
| 24 { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 15 settembre | 8,0 21,9 | 13,9 | " | 119 |
| 25 { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 15 agosto 1809 | 8,2 21,3 | 13,1 | " | 127 |
| 26 { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 23 settembre | 6,0 18,5 | 12,5 | " | 132 |
| 27 { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 19 ottobre | 2,5 15,9 | 13,4 | " | 123 |
| 28 { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 11 settembre 1810 . | 7,0 17,8 | 10,8 | " | 153 |
| 29 { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 22 settembre | 15,8 8,9 | 13,1 | " | 126 |
| 30 { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 28 settembre | 5,2 18,4 | 13,2 | " | 125 |

SEGUE LA TAVOLA

DEL DECRESCIMENTO DI TEMPERATURA

OSSERVATO A DIVERSE ALTEZZE

| NOMI DELLE STAZIONI | | Temperature delle stazioni superiori ed inferiori | Differenza tra le temperature delle due stazioni | Distanza verticale tra le due stazioni | Altezza in metri per il raffreddamento di un grado centigrado |
|---------------------|--|---|--|--|---|
| 31 | { Puy de Dôme Clermont, 25 giugno 1806 | { 14,4 } { 21,5 } | 6,9 | 1066m | 154m |
| 32 | { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 11 ottobre 1807 a midi | { 10,8 } { 17,8 } | 7,0 | " | 152 |
| 33 | { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 1 ore di sera | { 11,7 } { 18,6 } | 6,9 | " | 154 |
| 34 | { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 29 giugno 1808. | { 15,2 } { 24,8 } | 9,6 | " | 111 |
| 35 | { <i>Id.</i> <i>Id.</i> , 7 agosto.. | { 23,4 } { 32,9 } | 9,5 | " | 112 |
| 36 | { Bédât de Bagnères Tarbes. | { 8,0 } { 10,9 } | 2,5 | 561 | 193 |
| 37 | { Ponte del Pastore(du Berger) Clermont | { - 2,9 } { 0,3 } | 3,2 | 492 | 154 |
| 38 | { La Barraque Clermont | { +21,8 } { 23,6 } | 1,8 | 380 | 211 |

Decremento medio risultante dalle 38 osservazioni 164,7

Rilevasi che questo decrescimento di temperatura ha luogo in un modo irregolarissimo, poichè nella trentesima quarta osservazione, 111 metri d' elevazione hanno dato un grado d'abbassamento nel termometro, mentre nella diciottesima per dare la medesima quantità di diminuzione sono occorsi 249 metri di altezza: laonde il termine medio è di un grado d'abbassamento del termometro per ogni 165 metri d'altezza; e anche questo termine non è che approssimativo, sendo che cambia coi venti e con le stagioni, e varia sovente in un medesimo luogo.

L'esperienza prova eziandio, che il decrescimento della temperatura non è proporzionale all'altezza, e che quando la differenza verticale non è grande, si ottengono alcune volte resultamenti contrari a quelli che indica la teoria; vale a dire, che un luogo elevato avrà una temperatura più considerevole di un luogo basso: — ma è solamente di notte che si ottengono tali resultamenti, e soltanto quando il cielo puro e senza nubi favorisce il raggiamento del calore dalla terra verso lo spazio.

Apparisce inoltre, che sotto l'equatore, l'abbassamento di temperatura è più rapido a misura che c'innalziamo nelle alte regioni dell'atmosfera, mentre ai poli questo decrescimento è insensibile: a 400 metri di sopra il suolo il Parry non trovò alcuna differenza di temperatura, nelle contrade circumpolari artiche; in ambedue le stazioni il termometro segnava gradi — 31. E questo fatto, concorre all'appoggio della teoria del celebre Arago, il quale considera il freddo delle alte regioni dell'atmosfera siccome prodotto da strati d'aere caldo che vi s'innalzano, i quali, pervenuti a certa altezza, egli dice, si dilatano per l'indebolimento della pressione, e in quell'atto essi assorbono del calorico latente, che devono necessariamente torre a carico del calore libero degli strati circondati e produrre il freddo; ma perchè ai poli non sono correnti, e l'aere è in perfetta calma, la sua temperatura non deve quivi variare con l' elevazione.

L'Humboldt ha trovato, che nella estremità boreale della zona torrida, la temperatura è modificata dall' elevazione nella maniera seguente:

TAVOLA
DELLE MODIFICAZIONI DELLA TEMPERATURA
PER L'ALTEZZA
NELLA ESTREMITÀ BOREALE DELLA ZONA TORRIDA
COMPILATA SULLE OSSERVAZIONI
DI ALESSANDRO DI HUMBOLDT.

| ALTEZZE | TEMPERATURE MEDIE | DIFFERENZE |
|----------------------------|----------------------|------------|
| 0 (cioè, livello del mare) | . . 27,5. . . | . 5,7 |
| 1000 | . . 21,8. . . | . 3,4 |
| 2000 | . . 18,4. . . | . 4,1 |
| 3000 | . . 14,3. . . | . 7,3 |
| 4000 | . . 7 . . . | . 5,5 |
| 5000 | . . 1,5. . . | |

Scorgesi chiaramente da questo specchio, che il decrescimento della temperatura è lungi da essere uniforme; e ciò probabilmente dipende dalla massa enorme delle cordigliere delle Ande sui fianchi delle quali queste esperienze sono state fatte. Il più piccolo decrescimento è fra i 1,000 e i 3,000 metri di altezza, e l'Humboldt attribuisce tal fenomeno alla presenza delle nuvole che nei climi equatoriali continuamente ondeggiano tra quelle altezze: i vapori trovandosi ivi o più o meno condensati, assorbono maggior porzione di calore solare, e questo assorbimento deve necessariamente impedire il raffreddamento. . .

Fin qui abbiamo parlato delle variazioni della temperatura che si osservano nell'atmosfera procedendo dal basso in alto; ora discorreremo alquanto delle diminuzioni della temperatura che prova il fondo dell'oceano atmosferico e per conseguenza la superficie della terra procedendo dall'equatore ai poli.

Se la superficie del nostro pianeta formasse una medesima curva, e se fosse coperta di una stessa massa fluida o costituita di strati pietrosi omogenei, dello stesso colore, della medesima densità; assorbendo ugualmente i raggi del sole, raggiando ugualmente verso l'atmosfera o (supposta senza atmosfera) verso gli spazi celesti, in tale ipotesi le linee *isoterme* (cioè d'ugual calore annuale), le linee *isotere* (vale a dire d'ugual calore la state), e le linee *isochimene* (cioè d'ugual calore di verno) sarebbero tutte parallele all'equatore.

Sappiamo però che elle procedono ben diversamente, e di sopra n'abbiamo dimostrata la cagione: il dottissimo Humboldt, nell'opera che egli ha intitolata *Frammenti Asiatici*, riassume appresso a poco in questi termini le cause secondarie che modificano il clima.

» Fra le cause che innalzano la temperatura media annuale in una contrada, sono da enumerare specialmente le seguenti:

» 1.^o La prossimità d'una costa occidentale, nella zona temperata.

» 2.^o La configurazione d'un continente che offre penisole e mari interni.

» 3.^o I rapporti di posizione di una porzione del continente, tanto relativamente ad un mare libero dai ghiacci, che s'estenda oltre il circolo polare, quanto ad una massa di terre continentali di

considerevole estensione, poste fra gli stessi meridiani, sotto l'equatore oppure in una parte della zona torrida.

» 4.^o La preponderanza dei venti che spirano da austro e da ponente nell'estremità occidentale d'un continente, nella zona temperata.

» 5.^o La presenza di catene di montagne che servon di difesa contro i venti che soffiano da regioni più fredde.

» 6.^o Il piccol numero di paludi, e la nudità di un suolo arido e sabbioso.

Queste sono le cause calorifere.

» Le cause poi frigorifere sono:

» 1.^o L'elevazione d'un luogo sopra il livello dell'Oceano, con assenza di estesi alti piani.

» 2.^o La vicinanza di una costa orientale, nelle latitudini alte e medie.

» 3.^o La configurazione di un continente sprovvisto di sinuosità, e che prolungasi verso i poli fino alla regione perpetui ghiacci (senza interruzione di mare libero), e che, fra gli stessi meridiani della contrada onde discutesi il clima, ha ad austro od a borea, secondo la denominazione dell'emisfero, un mare equatoriale senza terra ferma.

» 4.^o La presenza di catene di montagne onde la direzione impedisce l'accesso ai venti calidi, o la vicinanza di picchi isolati, che cagionano frequentemente, lunghesso il loro declive, correnti discendenti notturne freddissime.

» 5.^o La presenza di vaste foreste, la frequenza di paludi che abbiano piccole ghiacciaie sotterranee fino alla metà della state.

» 6.^o Un cielo nebbioso nella stagione calda, che impedisca l'irradiazione del sole; o un cielo sereno invernale, che favorisca la emissione del calore dalla terra verso lo spazio ».

Alle cause di sopra enumerate bisogna attribuire in gran parte il fenomeno della sinuosità delle linee isoterme, poichè sappiamo, che queste linee differiscono in una maniera sensibilissima dai paralleli terrestri, e tutte offrono due inflessioni: le loro sommità convesse sono in Europa, situate quasi sotto lo stesso meridiano; partendo da questi punti le curve s'abbassano verso l'equatore, sia che progrediscano verso levante o verso ponente; elleno quindi si rialzano, e

pare abbiano le loro seconde sommità convesse sulla costa occidentale del Nuovo Continente. Di guisa tale che, insomma, le coste occidentali dell'Antico e del Nuovo Mondo, godono, a latitudini uguali, una temperatura sensibilmente più elevata delle orientali.

La città di Pekino, per esempio, situata alla estremità orientale dell'Asia, metropoli dell'impero cinese, onde la latitudine è di circa gradi 40 boreali, non ha che gradi + 12,7 di temperatura media; mentre Napoli nostra con una latitudine maggiore di un grado, gode di una media temperatura di gradi + 17,4.

A Nutka, sulla costa occidentale della Colombia, le più piccole riviere non gelano pria del mese di gennaio, benchè la sua latitudine sia quasi uguale a quella del Labrador, sulla costa opposta, onde il clima è rigorosissimo. . .

Nella zona torrida, a gradi 30 di latitudine, le linee isoterme diventano appresso a poco parallele fra loro, e coll'equatore terrestre.

L'Humboldt ha osservato, che ne' due mondi, la zona nella quale il decrescimento della media temperatura è più rapido, trovasi compresa fra i paralleli 40 e 45 di latitudine boreale; ed è di parere, che questa circostanza grandemente influisca sullo incivilimento e sull'industria de' popoli che abitano i paesi vicini al parallelo medio.

» Questo è il punto, sono sue parole, in cui la regione della vigna confina con quelle dell'olivo dell'arancio e del cedro; in niuna altra parte del globo, progredendo da borea ad austro, non veggonsi le temperature crescere più sensibilmente; in niuna parte eziandio le produzioni vegetali, ed i variati oggetti dell'agricoltura, non succedonsi con maggiore rapidità. Ora, questa differenza nelle produzioni dei limitrofi paesi vivifica il commercio, ed aumenta l'industria dei popoli agricoltori ». . .

La media temperatura delle annate può essere molto inegualmente repartita fra il verno e la state. La tavola seguente, estratta, insieme a quanto segue, da una memoria del più volte lodato Arago, mostrerà come le differenze di temperatura fra i verni e le stati, sieno luogi dall'essere uguali sotto una medesima linea isoterma, allorchè paragonansi punti molto distanti in longitudine.

TAVOLA
 DIMOSTRANTE LE DIFFERENZE DI TEMPERATURA
 TRA I VERNI E LE STATE
 SUR UNA STESSA LINEA ISOTERMA
 MA A GRAN DISTANZA IN LONGITUDINE

| | <i>Punti compresi tra il grado 3 di longitudine occidentale ed il grado 15 di longitudine orientale.</i> | | | <i>Punti compresi tra i gradi 60 e 74 di longitudine occidentale.</i> | | |
|-------------------|--|-------------|------------|---|-------------|------------|
| | TEMPERATURA MEDIA | | | TEMPERATURA MEDIA | | |
| | DEL VERNO | DELLA STATE | DIFFERENZA | DEL VERNO | DELLA STATE | DIFFERENZA |
| Linee isoterme di | 20° | 15° | 27° | 12° | 27° | 15° |
| | 15 | 7 | 23 | 4 | 26 | 22 |
| | 10 | 2 | 20 | 1 | 22 | 23 |
| | 5 | — 4 | 16 | — 10 | 19 | 29 |
| | 0 | — 10 | 12 | — 17 | 13 | 30 |

Resulta da questa tavola, che le differenze fra le stagioni dell'anno son meno grandi sulle sommità convesse che sulle sommità concave delle linee isoterme; di maniera tale che la stessa causa che fa che queste curve rilevinsi verso i poli, tende pure ad eguagliare le temperature delle stagioni.

Ecco gli elementi colla norma dei quali potranno tracciarsi sur una mappa le linee isoterme.

La linea corrispondente a zero di temperatura passa, 3 gradi e 54 minuti ad austro di Nain, nel Labrador, ed 1 grado a borea di Ulea, in Scandinavia, per Solibkamsky.

La linea di 5^o, passa 5 minuti a settentrione di Quebec, nel Canada, 1 grado a borea di Cristiania, in Norvegia, 5 minuti ad austro di Upsala, in Svezia, e per Pietroburgo e Mosca, metropoli del vasto impero dei Russi.

La linea isoterma di 10^o, passa pel grado 42 e tre quarti, negli Stati Uniti, 1 grado ad austro di Dublino, in Irlanda, 5 minuti a borea di Parigi, metropoli di Francia, 1 grado e 5 minuti a borea di Franckir, in Germania, 5 minuti ad austro di Praga, in Boemia, 1 grado e cinque minuti a settentrione di Buda, in Ungheria, 2 gradi e tre quarti a borea di Pekino, metropoli della Cina.

La linea isoterma di 15^o passa 4 gradi 5 minuti a borea di Natchez, nella Luigiana, traversa Montpellieri, in Francia, passa 1 grado a borea di Roma, e 1 grado e 5 minuti a borea di Nankasaki, nelle isole del Giappone.

La linea isoterma di 20^o, passa 4 gradi e 5 minuti ad austro di Natchez suddetta, 50 minuti a borea di Funchal nell'isola di Madera, e probabilmente pel grado 33 e 5' di latitudine sotto il meridiano dell'isola di Cipro.

Se invece di segnare sur una mappa le linee isoterme, vi si tracciassero le linee d'eguale temperatura *iemale*, non tarderebbesi a notare, che elleno scostansi assai più delle prime dai paralleli delle latitudini terrestri. In Europa, le latitudini di due luoghi che hanno la stessa temperatura annuale, non sono discoste di più di 4 o 5 gradi; mentre due luoghi che hanno i verni ugualmente freddi, ponno essere l'uno dall'altro distanti, in latitudine 8 e fin 10 gradi; per esempio: Cristiania in Norvegia

e Varsavia in Polonia, Drontheim in Norvegia ed il Capo Nord in Lapponia.

Quanto poi alle linee d'uguale temperatura *estiva*, elle presentano qualche volta grandi inflessioni alternanti; poichè trovasi la stessa temperatura media, per questa stagione, a Mosca, nel centro della Russia, ed in Francia verso la foce della Loira, ad onta di una differenza di latitudine di 11 gradi: nulladimeno, paragonando una parte delle isole Britanniche col centro continentale della Russia, per esempio, Edimburgo in Scozia e Kasan sul Volga, poste ad ugual distanza dall'equatore, scorgesi come le differenze invernali (di $+ 3^{\circ},7$ e $- 16^{\circ},6$) eccedano le differenze estive (di $14^{\circ},6$ di $21^{\circ},4$) che sono di segno contrario. Le cause frigorifere del verno superano d'assai le calorifere della state, d'onde resulta un decremento della temperatura annua nell'interno delle terre, decremento totale che però non diviene sensibilissimo che allontanandosi considerevolmente dalle coste.

Si è pure per molto tempo creduto, che la temperatura delle estati fosse dovunque la stessa, e che i verni soltanto differissero fra loro: ma adesso sappiamo, che la temperatura della state varia colla latitudine; perchè, all'isola di Melville, il mese più caldo dell'anno, che è il luglio, ha una temperatura media che è solamente di gradi $+ 6$, mentre quella di Parigi è $+ 16$ o $+ 17$ per lo stesso mese.

Nulladimanco fu osservato, che ad eccezione de' luoghi situati al di là del circolo polare, i massimi termini della temperatura sono appresso a poco gli stessi su tutti gli altri punti del globo.

Computando sur un gran numero d'anni, trovasi, che sotto tutti i paralleli situati fra i cerchi polari, sui lidi della Neva, del Senegal, del Gange e dell'Orenoco, questo *maximum* è sempre fra i gradi 30 e 32 del termometro del Reaumur: nè s'eleva più alto tutte le volte che si facciano le osservazioni all'ombra, lungi da ogni corpo solido che rifletta il calore, e non in un aere ripieno di polve riscaldata, o di grani di sabbia, nè con termometri a spirito di vino, fluido che assorbe potentemente la luce.

In tal guisa, in tredici anni, il termometro centigrado alla Vera Croce (Messico) non è montato che tre volte sopra il grado 32, e non mai oltre il 36,6; mentre a Parigi non è raro vederlo aggiugnere il 36; addì 14 agosto 1773, fu osservato a 38,7.

Ciò fa che sotto i tropici si provino variazioni ben meno considerevoli di temperatura che sotto le zone temperate. Il clima di queste belle regioni è assai più caratterizzato dalla durata dei calori che dalla loro intensità. A Cumana, nella Venezuela, l'Humboldt non ha mai veduto il termometro discendere di sotto il grado + 20,8 nè salire di sopra il 32,8. Conseguentemente, la scala delle variazioni che ivi percorre, non è che di dodici gradi; d'altronde non oltrepassa i venti in nessun luogo de' tropici: mentre il *maximum* del freddo che fu provato a Parigi nell'ultimo secolo, fu di gradi centigradi — 23,5 (questo successe addì 25 gennaio 1795), ed il *maximum* di calore fu, nello stesso secolo, di gradi + 38,54 (osservato l'8 luglio 1793). La scala delle variazioni fu dunque di gradi 62, vale a dire cinque volte maggiore che a Cumana: laonde comprendesi quanto tali variazioni deuno influire sulla vegetazione, e sulla vita di tutti gli esseri organizzati. Ci se ne fa agevolmente ragione, per questa semplice osservazione: della frequenza dei mali di petto nei climi freddi, e della loro rarità sotto l'equatore, mentre le febbri adinamiche si sviluppano con intensità nelle contrade ardenti della zona torrida: questa febbri sono talmente legate alla temperatura, che l'Humboldt racconta, che alla Vera Croce, il vomito prieto, che esercita così crudeli stragi, non si sviluppa se il calore medio del mese non sorpassa i gradi 23,7.

Sull'equatore terrestre il termometro non è soggetto, come il barometro, che a piccole oscillazioni sopra e sotto il termine medio; ma non è così nei climi temperati. Nulladimeno in questi climi due mesi che si succedono non offrono, in generale, accrescimento di temperatura superiore di 4 o 5 gradi: dal parallelo di Roma nostra a quello di Stockolma, metropoli nella Svezia, la differenza tra il calore de' mesi di aprile e di maggio, i quali, di tutti i mesi che immediatamente succedonsi sono (nel sistema de' climi dell' Europa Centrale) quelli che offrono il *maximum* di tal differenza di calore, non è che da 5 a 7 gradi.

Nella parte boreale orientale dell'Europa e nella porzione boreale occidentale dell'Asia, gli accrescimenti del calore di due mesi successivi, s'elevano al contrario fino a 12 gradi; calore, che produce in quei luoghi, come in Europa, lo svegliarsi della Natura vegetabile, dopo il profondo assideramento di lei pello eccessivo al-

gore del verno. Questa rapidità istantanea nel movimento ascendente del calore, spiega quel bello sviluppo primaverile delle piante tulipacee nella Siberia. — I grandi e rapidi accrescimenti o decrescimenti del calore quivi avvengono di marzo e di aprile, e d'ottobre e di novembre. . .

Del resto la temperatura non è un effetto istantaneo della presenza del sole, ma ella è il resultamento della sua azione per molto tempo prolungata; nel giorno la non aggiugne al suo *maximum* che dopo la maggiore altezza aggiunta da questo astro sull'orizzonte: nell'anno la non perviene al suo maggior termine, che dopo la più grande altezza solstiziale del sole. Pel clima di Parigi, i massimi calori ed il maggior freddo corrispondono, al 15 di luglio ed al 14 di gennaio, tempi che si trovano posti ad una distanza di sei mesi meno un giorno l'uno dall'altro, e ritardano ciascuno di venti giorni sui solstizi d'estate e di verno. . .

Abbiamo veduto di sopra, che sotto i tropici, i più forti calori raramente oltrepassano i gradi 36 centigradi, e che nelle zone temperate il termometro aggiugne sovente a questa altezza, ed oltrepassa pure qualche volta i gradi 38. Osservatori degnissimi di fede hanno registrato però calori assai più forti: l'Humboldt ha provato, presso Calabozo, nella valle dell'Orenoco una temperatura di 40 in 41 grado: il Lyon ha sovente provato in Africa, nel Fezzan, un calore di 52 gradi: e il Wilson dice, che in Egitto, addì 21 maggio 1802, il termometro centigrado ascese all'ombra, a Belbeis, soffiando scilocco, a 53 gradi.

Pare che queste alte temperature sieno dovute alla presenza delle sabbie che in tutti quei siti natano in gran copia nell'aere, le quali investono la faccia del viaggiatore come la sfera del termometro, e l'espongono a patimenti che alcune volte si prolungano per molto tempo.

L'aria non sembra, pell'effetto del calore solare, suscettibile di riscaldarsi oltre i gradi 38 o 40 in nessuna contrada, laonde non possiamo attribuire le temperature più elevate che alcuna volta ella presenta, altro che a materie solide le quali in essa si trovano sospese; poichè sappiamo, che i corpi solidi riscaldansi facilmente e conservano per molto tempo il calore; alla dimostrazione del qual fatto gioverà molto citare le seguenti osservazioni dell'Humboldt, registrate nel suo *Viaggio alle regioni equinoziali*:

» Il 19 aprile, egli dice, trovai, alle ore due pomeridiane una sabbia granitica bianca movevole e costituita a grossi grani, che avea acquistati gradi 60,3 di calore; una sabbia granitica dello stesso colore ma a piccoli grani e più densa, ne avea gradi 52,5; la temperatura di un nudo scoglio di granito era di gradi 47,6. All'ora stessa il termometro, alto otto piedi sul suolo, ed all'ombra, segnava gradi 29,6; al sole 36,2. — Un' ora dopo tramontato il sole, la sabbia a grossi grani avea la temperatura di gradi 32; lo scoglio di granito, di 38,8; l'aere di 28,5, le acque dell'Orenoco, presso la superficie del fiume, di 27,6. . .

L'aere situato al di sopra de' mari non mai acquista temperatura tanto elevata come quello che riposa sul suolo: tutte le osservazioni che sono state fatte a questo proposito provano, che la sua temperatura non eccede i gradi + 30. D'altronde, il freddo non mai v'è così vivo quanto sulla terra; e sappiamo, d'altra parte, che i luoghi che sono bagnati dal mare godono in generale di una temperatura più uniforme di quelli che sono situati nell'interno delle terre. . .

Gli effetti prodotti dal freddo appariscono generalmente più straordinari di quelli del calore; nulla di meno quest'ultimo, cagionando la siccità nelle steppe americane, vi produce gli stessi effetti del verno: la vegetazione si arresta come nei più grandi freddi, e i cocodrilli, mancando d'acqua, seppelliscono nel fango che indurisce, ed ivi restano immobili come i rettili de'nostri climi, quando il freddo li obbliga a ritirarsi nelle lor tane ove rimangono assopiti per tutto il verno: all'epoca delle piogge, che là temperano i calori, questi animali si risvegliano, e la vegetazione si sviluppa come fa nelle nostre contrade in sul principio della primavera.

Nelle regioni polari, il freddo addivene di una intensità singolare nelle lunghe notti del verno. Il capitano Parry ha trovato, che sulla costa meridionale dell'isola di Melville, la temperatura media dell'anno è di circa gradi — 18,5; vale a dire appresso a poco uguale al freddo estremo che prova l'Europa Centrale nelle più rigide invernate. Nel febbrajo dell'anno 1819 il termometro discese nella detta isola fino a gradi — 47. Ma ad onta di tanto freddo, esistono nell'isola di Melville animali di differenti specie, mammiferi ed uccelli, e molte specie di vegetabili, alcuna delle quali perfino

arborescente. Il Parry assicura, che un uomo ben vestito, può passeggiare senza incomodo all'aria aperta, ad onta di questo freddo, purchè l'atmosfera sia perfettamente tranquilla; il che di sovente accade nelle vicinanze del polo.

A Ingloolik, luogo situato sul parallelo 69 e un terzo di latitudine, la temperatura media dell'anno, dietro le osservazioni che il Parry medesimo vi ha fatto, nel suo secondo viaggio alle regioni circumpolari artiche, pare essere di gradi — 13,9: ivi il mercurio gela naturalmente all'aere aperto nei mesi di dicembre, gennaio, febbraio e marzo; laonde è sorprendente trovare i dintorni di questo luogo popolati da tribù di Eschimali assai numerose, anche nella stagione più fredda; le quali abitano in capanne costrutte di pezzi di neve tagliati artificialmente e disposti a strati e in maniera da dare a tutto l'edifizio, soprattutto nell'interno, la forma di una cupola regolare: l'ingresso della capanna è un'apertura circolare bassissima: la luce vi penetra dentro da una finestra praticata verso la sommità, e chiusa con una lastra di ghiaccio assai diafano, che fa così l'ufficio del vetro.

Il viaggiatore Franklin, ha provato, sul parallelo 64 di latitudine boreale, temperature così basse quanto quelle osservate dall'antidetto navigatore Parry: nel dicembre del 1820, vide il termometro discendere a gradi — 49,7, e (nel Fort-Entrèprise) perfino a — 50. . .

Del resto, la storia ricorda gran numero di rigide invernate nel corso delle quali non solamente le riviere ed i fiumi, ma ancora mari quasi interi rimasero congelati.

Strabone racconta, che un secolo avanti l'era nostra, i ghiacci fecersi così alti nel Bosforo Cimmerio, canale che unisce il Mar Nero alla Palude Meotide, che uno dei generali di Mitridate disfece nel verno la cavalleria de'barbari, nel luogo stesso in cui i loro vascelli erano stati distrutti nella state in un combattimento navale.

L'anno 400 dell'era volgare, il Mar Nero gelò, ed il Rodano, gran fiume di Francia, ad onta della sua rapidità, rimase ghiacciato in tutta la sua larghezza.

Il Mar Nero gelò nuovamente nell'anno 763, e lo stretto de'Dardanelli univa l'Europa all'Asia per una solida spera di ghiaccio.

Il Rodano, il Po e diversi porti dell' Adriatico gelarono compiutamente nel 822, e per vari mesi le carrette traversarono il Danubio, l' Elba e la Senna.

Sette anni appresso, il patriarca giacobita d' Antiochia, Dionisio di Telmhre, andando in Egitto col califfo Mamun, trovò il Nilo gelato.

Nel 1234, i carri avevano rimpiazzato le gondole e le barche nei canali, nelle lagune e nel golfo di Venezia: il freddo era almeno di gradi — 20.

Raccontasi che nel 1323, traversavasi a piedi ovvero a cavallo una parte del Baltico, e poteasi andare sull' acque gelate dalla Danimarca infino a Danzica in Polonia.

Nel 1364, i carri carichi traversavano il Rodano, e nel 1408, il Danubio era totalmente ghiacciato. Il ghiaccio estendevasi senza interruzione dalla Norvegia infino alla Danimarca; la Senna era ugualmente gelata e le carrozze potevano traversarla.

Filippo di Commines dice, che nel 1468, nel tempo della guerra di Fiandra, i fornitori erano costretti a tagliar coll' accetta la razione del vino destinata ai soldati degli eserciti.

Nel 1507, il porto di Marsilia ghiacciò in tutta la sua estensione, ciò che indica, per questa località, un freddo di gradi — 18 al meno. Il Mézerai dice, che nel 1544, il vino gelò per tutta la Francia fino nelle botti.

Nel 1594, il mare gelò di nuovo a Marsiglia ed a Venezia.

Nel 1658, Carlo X re di Svezia traversò sul ghiaccio lo stretto detto Piccolo Belt, per aggredire i Danesi: il ghiaccio si ruppe sotto il peso della cavalleria, e varie schiere di cavalieri svedesi furono inghiottite dalle onde.

Nel 1684, il Tamigi gelò totalmente a Londra. Lo stesso successe nel 1716, ed il fiume era coperto di botteghe.

Nel 1726, passavasi in treggia il mare che separa la Svezia dalla Danimarca.

Addì 22 dicembre 1748, il ghiaccio fu misurato a Versaglia, dell' altezza di 12 pollici e mezzo. Nel 1789, fu provato a Marsiglia un freddo di gradi — 17 centigradi.

Il verno del 1829-1830, fu pure estremamente rigido. . .

Alcuna volta la temperatura varia considerabilmente da un'emi-

sfero all'altro. Per la qual cosa, mentre durante il verno 1833-34 godevasi di un tempo dolcissimo nella maggior parte dell'Europa, la Colombia provava un freddo rigidissimo, come possiamo vederlo dai seguenti ragguagli, inseriti da Isidoro Lebrun nell'*Eco della gente dotta*:

» L'autunno, per l'America Settentrionale (Colombia), era stato secco; ma prima un poco del solstizio iemale era caduta molta neve, alla quale era succeduto un freddo di asprezza straordinaria: sulle rive del San Lorenzo, come su quelle della Delavara, in breve tempo divenne eccessivo, soprattutto nella Pensilvania, nello Stato di Nuova Iorca, nella Nuova Gersey, ec., ove la neve si alzò moltissimo: di guisa tale che, così da austro, come da levante, le cornacchie a branchi numerosi emigrarono verso il settentrione, abbandonando gli Stati Uniti e ricovrandosi nel Basso Canada, all'inverso di quello che gli altri anni esse facevano.

» Con un aere quieto ed un sole brillantissimo, nei giorni 4 e 5 gennaio, il termometro del William, professore a Nuova Iorca, segnò alle sei della mattina, gradi — 23: è da notare, che da quarantaquattro anni, il mercurio di questo strumento non era mai sceso sotto i gradi — 16; e, secondo l'osservazione del presidente Stiles, durante il verno rigoroso del 1779 al 1780, il freddo l'avea fissato solamente a gradi — 19.

» Secondo il *Corriere di Northumberlandia*, uomini ed animali sono morti sulle strade; e alcuni pozzi profondi 14 piedi sono gelati.

» Il 4 gennaio, alle ore sei della mattina, il termometro segnava — 26 gradi; a mezzodì, zero; alle ore sei della sera — 14; alle otto — 20; alle dieci — 23.

» Il 5 detto alle ore cinque della mattina, era sceso a gradi — 30; alle nove ne segnava — 18; a mezzodì — 2.

» Da cinquant'anni in poi non hanno provato a Dower un freddo di gradi — 28. A Lancaster, il termometro di Farheineith dicono ch'è disceso fino a — 36, a Bangora a — 34, a Greenwich a — 32. Ma ad Abany, ed alla Nuova Haven, il gelo è stato solo di — 23, e solamente di — 17 a Salerno.

» Il *Canadense*, giornale del 16 gennaio, dice: » Dopo una serie di giorni quasi senza esempio freddissimi, godiamo da alcuni

giorni di una temperatura troppo alta per la stagione. Oggi piove, ed abbiamo il calore della primavera ».

» Nel febbraio vi è stata recrudescenza di freddo, ed anche questa volta il cielo era sereno. A Quebec, da cinque anni era mancato il ponte o strada di ghiaccio, che nel verno naturalmente si forma fino alla punta Levi; ma il 9 febbraio, ivi il gelo s'è formato ed è giunto alla grossezza di cinque pollici ».

Ecco quanto doveamo dire intorno alla temperatura dell'atmosfera, di questo aereo oceano profondissimo, che circonda il globo, e lo avvolge come un manto azzurro maculato di nubi e di vapori, smerlato dagli ampi archi di cento iridi vaghissime, e listato dai fuochi azzurrini e purpurei della folgore abbagliante e delle pallide polari aurore.



LEZIONE XLVII.

DELL'ACQUA ALLO STATO DI VAPORE MISTA E NATANTE NELL'ARIA E DELLA ELETTRICITÀ ATMOSFERICA.

Dopo aver detto delle temperature dell'aere, e delle leggi alle quali il calore è subordinato nella massa dell'oceano atmosferico, e nel suo fondo, vale a dire alla superficie della terra; ora, l'ordine del ragionamento esige, che discorriamo dei vapori dell'atmosfera, i quali, per effetto appunto di quel calore, vi esistono, e in cento guise diverse trasformansi e presentansi in vari aspetti, formando le acquee meteore, che in seguito descriveremo: ma perchè a quelle trasformazioni del vapore dell'acqua, natante o sospeso nell'atmosfera, molto influisce lo elettrico che circola per essa, però nel fine della presente Lezione diremo brevi parole anche su questo interessante argomento della atmosferica elettricità. — E qui, o benevolo lettore, vogliamo farti avvisato, che essendo di recente stato pubblicato in Napoli da certo signor professore Giacomo Maria Paci un Saggio di Meteorologia, che studiosissimo e molto profondo in questo vasto e difficile ramo dello scibile della natura lo rivela, pel bene tuo e pell'utile della scienza non abbiamo esitato a fare il sacrificio del nostro amor proprio, col sostituire spesso ai nostri lavori su tale argomento, i lavori del detto signor Paci, che volentieri riconosciamo di gran lunga più dotti dei nostri: che anzi, perchè il quadro ed il disegno dell'opra nostra c'impediscono d'inserir qui tutto intero il libro di questo dotto meteorologo, ed anche di riferirne

i brani con quell'ordine che in esso sono disposti, però, se possiamo esserci meritati la tua fiducia in queste materie ti consigliamo l'acquisto e lo studio del detto Saggio di Meteorologia, persuasi di indicarti l'acquisto di un libro eccellente, ed un fonte ricco e perenne ove potrai attingere molte utili e peregrine cognizioni. . .

Qualunque sia la quantità di calorico posta fra le parti dell'acqua, dice il prelodato signor Paci, la sua elasticità tende sempre più a vincere la loro scambievole affinità; e quella parte di calorico, che esercita la sua azione sulle molecole componenti la superficie liquida, si sforza di distaccarle dalla massa sottoposta ad onta della forza premente della circostante atmosfera. Questa resistenza però impedisce in certo modo la forza elastica del calorico, e ne rallenta gli effetti; poichè fra le piccole agitazioni che avvengono nell'aria e nell'acqua accade che un certo numero di molecole acquose s'incontri nel modo il più favorevole con gli innumerevoli interstizi dell'aria, si distaccano allora dalla superficie dell'acqua, ed in quelli s'introducono: altre molecole a queste immediatamente succedono; e così tutte quelle che han potuto penetrare nell'aria vi restano trattenute ad una certa distanza le une dalle altre da quelle del calorico fra di loro distribuito, e prendon così la forma di fluido elastico. Questo vapore, che tranquillamente si forma in tutte le basse temperature, non differisce da quello prodotto dall'acqua bollente all'aria libera oppure nel vuoto, ed a qualunque temperatura.

La quantità di questo gasse acqueo prodotta in uguali circostanze è in ragion diretta della superficie dell'acque in contatto dell'aria. Difatti non essendo evaporabili che le molecole acquose della superficie, avviene che di due vasi di uguale ampiezza e di disuguale orificio pieni perfettamente di acqua ed esposti alla stessa aria, in tempi uguali produce una maggior copia di vapori quello che ha maggior apertura. Il Musschenbroek ha provato che l'evaporazione è più pronta anche nel vaso più profondo. Avendo l'acqua di cui questo è ripieno un maggior numero di strati, la sua temperatura varia lentamente, e quindi difficilmente perde il calorico acquistato, il quale accumulato ne accelera l'evaporazione. Tale differenza non è notevole altro che nell'aria libera, non esistendo in una stanza, la temperatura della di cui aria non si altera che insensibilmente.

Il celebre Halley calcolò, che in un giorno di state, dalla sola

superficie del Mediterraneo si svolgono sotto forma vaporosa 52,800 milioni di botti di acqua: quanta dunque non deve essere la totale quantità del vapore, che si eleva nell'atmosfera in un anno dall'intera superficie di tutti i mari, fiumi, laghi, ruscelli!—Il Dalton ha dimostrato, che l'assoluta quantità di acqua cui l'atmosfera suole contenere nel suo stato abituale, è tra le 166 dieci millesime e le 33 millesime parti del suo volume, incominciando dall'atmosfera più calda della zona torrida, che ne serba una quantità maggiore, sino a quella d'Inghilterra in tempo d'inverno. E prendendo tra questi due limiti un termine medio, può dirsi che l'atmosfera contiene una quantità di vapore uguale, a circa 142 millesime parti del suo volume.

I venti e particolarmente gli asciutti accelerano l'evaporazione: bagnandosi un dito di ciascuna mano e camminando poi per la stanza col tener fermo l'uno e mobilissimo l'altro, il primo resterà tuttora bagnato, ed il secondo perfettamente asciutto.

Il Leroy attribuisce questo fenomeno in gran parte all'aria, la quale rinnovando di continuo i suoi punti di contatto coll'acqua, esercita su di questa proporzionatamente una rinascente forza di affinità. Coll'ipotesi però molto più ammissibile riguardandosi il gasse acqueo come il prodotto dell'elasticità del calorico, facilmente s'intende, che l'aria agitata favorisce l'evaporazione sì perchè presenta al vapore un nuovo adito in altri interstizii, come anche perchè il suo moto agita le molecole del liquido in modo che ne accelera l'elasticità.

L'acqua solidificata è anche capace di evaporare, come chiaramente si osserva nella neve. I ghiacciuoli che si formano nella rotta delle strade man mano si consumano in un tempo freddo ed asciutto. Questa evaporazione però è tanto più lenta, quanto è più bassa la temperatura del ghiaccio; e forse vi è un termine, al di là del quale le molecole componenti la superficie, resistono dell'intutto al potere elasticificante del calorico. Il Muschembroek e il Wallerio provarono, che l'evaporazione dell'acqua si aumenta nell'atto della sua congelazione; ma questo non è che un effetto momentaneo del calorico, che si sprigiona nell'atto stesso della congelazione.

È noto che la pressione dell'aria si oppone alla evaporazione ritardandone il progresso: da ciò alcuni fisici conchiusero, che la resi-

stenza dell'aria influisce sulla quantità del vapore che s'innalza nell'atmosfera; talchè se questa non esistesse, a temperature uguali ed al termine di saturazione in uno spazio preso dalla superficie della terra sino ad una data altezza, si conterebbe una maggiore quantità di vapore. Nulla però più facile del dimostrare tal quota minore di quella che in realtà esiste nel seno dell'atmosfera.

Si ammetta per poco l'inesistenza dell'atmosfera, e suppongasi che le acque evaporabili essendo al grado 45 del termometro reaumuriano, abbiano somministrato tutta la quantità del vapore che può prodursi a questa temperatura. Se su di un punto della superficie dell'acqua fosse un vaso vuoto, in questo si raccoglierebbe tutto il vapore da esso sviluppato, il quale non potendone uscire, sarebbe capace di soffrire la pressione di 13 millimetri, ossia di 6 linee di mercurio secondo gli esperimenti del Saussure. Tale sarebbe anche la tensione del vapore situato sulla superficie dell'acqua in uno spazio libero, e questa forza equilibrerebbe la pressione di tutti gli strati superiori dell'atmosfera.

Lasciando la ipotesi, è ben noto, che in uno spazio libero, qualunque sia la densità dell'aria, a temperature uguali questa ammette dentro di sè costantemente la stessa quantità di vapore. Per esempio, alla temperatura di 45 gradi del termometro reaumuriano, in ogni altezza s'incontra una quantità di vapore capace di equilibrare una colonna mercuriale da 13 millimetri, o di 6 linee: elasticità che si aggiunge a quella dello strato aereo per equilibrare gli strati ad esso sovrapposti. È dimostrato, che un miscuglio di aria e di gasse acqueo sostiene tale pressione, che agendo questa isolatamente o sull'una o sull'altro, ridurrebbe la prima a minor volume ed il secondo in parte nello stato liquido; mentre il miscuglio non soffre alterazione alcuna. Da ciò chiaro apparisce, che l'unione dei due fluidi non può consistere in una semplice interposizione delle loro molecole, talchè l'uno esista indipendentemente dall'altro e senza essere collegati fra loro da alcuna scambievole azione; poichè in tal caso il miscuglio sentirebbe l'effetto della forza di pressione, forza che si rende efficace su di ciascuno di essi isolatamente preso. Ma la grande difficoltà che i profondi studi dei primi fisici non han saputo sciogliere, è quella di precisare quale azione l'aria ed il vapore reciprocamente esercitano l'una sull'altro. Presi in giusta con-

siderazione i fatti esposti si spiega l'apparente paradosso, che mentre l'aria si oppone alla pronta formazione dei vapori, la quantità di questi è maggiore nel mezzo resistente, cioè nell'aria, che in uno spazio libero; poichè in quest'ultimo caso abbandonati alle proprie forze, la loro densità non potrebbe essere la stessa a tutte le altezze, ma dovrebbe progressivamente scemare in ragione delle elevazioni.

Dalle esperienze del Dalton e del Gay Lussac risulta, che la quantità di gasse acqueo che si eleva in un vaso chiuso, posta la medesima temperatura, è sempre la stessa, o che il vaso sia vuoto o pieno d'aria, e che questa vi sia o più o meno addensata. Cade così l'idea che una volta si avea della *forza dissolvete* dell'aria per i vapori; poichè se questa esistesse, la copia dei vapori dovrebbe essere direttamente come la densità del mezzo dissolvente. Il Saussure similmente dimostrò, che in una capacità di un piede cubico, sia questa piena o no di aria, alla temperatura di 45 gradi del termometro reaumuriano, riduconsi costantemente in vapore 40 grani di acqua. Ora se restando costante la temperatura resta costante la quantità de' vapori, si è ragionevolmente stabilito, che la quantità del gasse acqueo è nella ragione diretta della temperatura. Essendo infatti l'evaporazione prodotta dall'elasticità del calorico, è naturale che alla intensità di questo debba esser proporzionale; quindi, una massa di acqua cesserà di produrre vapori quando ne ha emessa tanta quantità, quanta ne bisogna per soddisfare il grado di temperatura.

Elevandosi il vapore in seno dell'atmosfera, s'introduce negli interstizi posti fra le molecole di questa; e non essendovi ritenuto da alcuna forza, fa pompa della propria elasticità e la dilata. Il Saussure e il Dalton hanno dimostrato, che la forza elastica dell'aria, prima asciutta e poi satura di vapori, è sempre la stessa, cioè è costantemente capace di equilibrare la pressione di 27 pollici. Ora se l'elasticità dell'aria non si altera per l'aggiunta dei vapori, che sono anche elastici, debbe dirsi, che coll'aggiunta dei vapori si diminuisce di tanto la forza elastica dell'aria, quanto è quella dei vapori aggiunti. Ma la elasticità dell'aria non può diminuirsi senza aumentarne il volume; dunque i vapori immedesimandosi con l'aria la dilatano proporzionatamente alla loro quantità.

Questo risultamento fa comprendere un altro fatto osservato da molti fisici, cioè che la gravità specifica dell'aria decresce a misura, che si carica di una maggior quantità di vapori. Si è detto che, alla temperatura di 15 gradi reaumuriani riduconsi in vapore 10 grani di acqua, qual vapore occupando la capacità di un piede cubico equilibra con la sua elasticità il peso di 6 linee di mercurio. Ora un piede cubico di aria, che alla stessa temperatura sostiene la pressione di 27 pollici, pesa 751 grano. Se quest'aria sostenesse la pressione di 6 linee, essendo i volumi dei gassi nella ragione reciproca delle forze prementi, si dilaterrebbe in uno spazio tanto maggiore di un piede cubico, per quanto 6 linee sono minori di 27 pollici, ossia come 54 ad 1; e poichè, qualora le masse sono eguali, le densità sono inversamente come i volumi, la densità dell'aria dopo questa rarefazione debb' essere $\frac{1}{54}$ della sua primitiva densità; e quindi il peso d'un piede cubico di quest'aria dilatata sarà grani 751 divisi per 54, cioè quasi 14 grani. Dunque la gravità specifica dell'aria sta a quella del vapore acquoso come 14 sta a 10, essendo uguali la temperatura e la pressione. A questi risultamenti pervenne il Laplace co'suoi calcoli; ma questo argomento essendo stato recentemente studiato dall'Arago e dal Biot, trovarono, dietro rigorosi esperimenti, che la densità dell'aria è a quella del gasse acqueo come 1,000 sta a 0,623. D'onde concludesi, che quando l'aria si dilata per la miscela del gasse acqueo, il suo volume cresce in un rapporto maggiore di quello dell'aumento della massa. Il gran Newton, nelle sue *Questioni di Ottica*, quando questo ramo di fisica era ancora nell'infanzia, disse, che la vera aria è più pesante dei vapori, e che un'atmosfera umida è più leggiera di una ugual quantità di aria asciutta.

Tutti questi fatti, relativi ad uno spazio limitato, sono ora applicabili all'atmosfera. Se un vaso pieno di acqua si espone all'aria libera questa può ritrovarsi in due stati differenti, cioè può racchiudere o no tutta la quantità di vapori che conviene alla sua temperatura. Nel primo caso l'acqua non potrà certamente evaporizzarsi, poichè il vapore preesistente negli interstizii dell'aria presenta un ostacolo, ed equilibra la forza elasticante di quel calorico, che vorrebbe ridurre l'acqua del vaso nello stato aeriforme. Nel caso poi che l'aria non sia satura di vapori, l'acqua del vaso

si evaporerà, finchè i vapori svolti non avranno soddisfatto la capacità dell'aria a quel dato grado di temperatura. Ma l'apertura di questo vaso può riguardarsi come un punto, relativamente a tutta l'atmosfera: dunque tutta l'acqua che in esso si contiene si evaporerà, poichè i vapori che ne saranno resultati non giungeranno mai ad alterare in un modo sensibile la tensione di quelli, che già si contengono nell'atmosfera.

È da notare intanto, che la prontezza con cui i vapori si svolgono, e la loro quantità, variano secondo le circostanze, e principalmente secondo che l'aria, la quale dee impregnarsene, è più o meno lontana dal termine di saturazione. Allorchè il gasse acqueo si eleva dalla superficie della massa liquida, va a collocarsi negli interstizii dello strato di aria più prossimo alla superficie evaporizzante, e da questo passa poi negli strati contigui. Se l'aria, benchè scorrevolissima, non opponesse alcun ostacolo alla libera espansione de' vapori, tutti gli strati di essa ne conterrebbero la medesima quantità. Ma presentando questa una meccanica resistenza alla libera espansione dei vapori, la loro quantità dev'essere decrescente, cioè gli strati prossimi alla superficie evaporizzante ne debbono essere più saturi dei più lontani, e così successivamente si giunge ad uno strato, che n'è privo affatto. — Questa legge però non arresta l'evaporazione dell'acqua; poichè, essendo i vapori sommamente espansibili, tosto si trasferiscono negli strati contigui; e così l'aria, che sovrasta alla superficie dell'acqua, comunicandone agli strati vicini, è sempre nel caso di riceverne nuova quantità; e la evaporazione non cessa, che quando l'aria ne avrà acquistati in tanta copia da corrispondere al termine di sua saturazione, a quel dato grado di temperatura: e perchè vedemmo nella precedente Lezione, che l'atmosfera non ha lo stesso grado di calore in tutti suoi punti, però deve inferirsene, che le sue varie parti debbono esigere diverse quantità di vapori per saturarsene, quali quantità debbono essere direttamente come le temperature. — Queste, ed altre simili circostanze, cospirano a render più o meno pronta l'evaporazione.

Ora intenderemo cosa sia *aria umida* ed *aria secca*. L'aria è nel suo *maximum* d'umidità quando racchiude tutta quella copia di vapori, che corrisponde alla sua temperatura; e la differenza che passa tra la temperatura e la quantità de' vapori, secondochè è mi-

nore o maggiore, costituisce i diversi gradi di *umidità* o di *siccità*. Quindi, ammessa nell'aria la medesima quantità di vapori, la sua umidità o siccità varia, se la sua temperatura soffre alterazione. Difatti, se l'aria è al suo *maximum* di umidità, e per una cagione qualunque se ne aumenti la temperatura, essa passerà dalla massima umidità alla siccità senza perdere la più piccola quantità dei vapori che conteneva: ma pel contrario, sia l'aria al suo *maximum* di siccità e se ne abbassi la temperatura; essa passerà dalla massima siccità alla umidità senza acquistare nuovi vapori. Quindi l'evaporazione dell'acqua corrisponde ai cangiamenti di temperatura, i quali possono sospenderla, rallentarla, od accelerarla.

Una nuova specie d'indagine fu intrapresa dal Dalton per dimostrare che l'evaporazione nell'atmosfera è proporzionale ai vapori medesimi. Esprimendo la forza elastica in pollici Inglesi, e la quantità dell'evaporazione in grani anche Inglesi, egli eseguì delle esperienze dalla temperatura dell'acqua bollente, che è uguale a 212 gradi del termometro del Fahreineith, e formò la seguente tavola:

| | | |
|------------------|----------------------|-----------------|
| 212 <i>gradi</i> | 32,00 <i>pollici</i> | 30 <i>grani</i> |
| 180 " | 15,15 " | 15 " |
| 164 " | 10,41 " | 10 " |
| 152 " | 7,81 " | 8 " |
| 144 " | 6,37 " | 6 " |
| 138 " | 5,44 " | 5 " |

Da questa tavola rilevasi, quasi esattamente, la proporzione tra la forza elastica e la quantità dei vapori, perchè le differenze sono così piccole da potersi trascurare. Queste esperienze essendo però state eseguite ad alte temperature, il dotto autore non potè apprezzare la quantità ed elasticità dei vapori già esistenti nell'aria, poichè questi, paragonati a quelli prodotti da un alto calore, aveano una forza quasi nulla. Ma questi dati non si possono trascurare qualora l'acqua si evapori a basse temperature; i vapori che già son nell'aria, e che ne costituiscono il grado di umidità, debbono necessariamente modificare la quantità dell'evaporazione, e la sua forza elastica. Queste verità non sfuggirono al sagace sperimentatore, poichè immaginò un altro metodo capace di condurlo ad esatti risultati: consiste questo nell'espore all'aria un vaso cilindrico di vetro pieno d'acqua, con le pareti perfettamente nette, trasparenti

e prosciugate. Se questo vaso è posto in un luogo, ove l'aria sia alla temperatura, per esempio di 20 gradi, ed esso stesso abbia lo stesso grado di calore, e poi l'acqua che vi si contiene venga gradatamente raffreddata a 19 gradi, poi a 18, indi a 17, giungesi ad un punto, in cui tutto ad un tratto la trasparenza del vetro appannasi di una finissima rugiada la quale si depona sulle pareti del vaso. Se il *punto della rugiada* (così chiamasi l'istante preciso in cui la rugiada comincia a deporsi) ha luogo per esempio a 15 gradi, cioè nel momento in cui l'acqua del vaso perviene a 15 gradi di temperatura, se ne conchiuderà, che la forza elastica del vapore acquoso contenuto nell'aria è di 13 millimetri, *maximum* di forza elastica alla temperatura di gradi 15: se ha luogo a 12°, se ne dedurrà, che il vapore ha una forza elastica di 11 millimetri: a 10°, una forza elastica di 9 millimetri, ec. ec.: — in una parola la forza elastica del vapore acquoso contenuto nell'aria è sempre la forza elastica *maximum* corrispondente alla temperatura del punto della rugiada.

Di fatti lo strato atmosferico che involupa le pareti esterne del vaso si raffredda al pari di esse, e raffreddandosi pel loro contatto, conserva tutta la sua elasticità, che vien misurata dal barometro. Ma constando questo strato di aria e di vapore, dei quali ciascuno conserva la propria elasticità, l'istante in cui questo vapore comincia a condensarsi è evidentemente quello in cui la forza elastica giunta al *maximum* corrisponde alla temperatura della condensazione. Quindi tal forza elastica è quella che il vapore ha prima della condensazione.

Questo modo di riconoscere l'elasticità del gasse acqueo, fondato su principi semplici e rigorosi, costituisce ciò che dicesi *Igrometro di Condensazione*. Precisando esattamente con esso la temperatura del punto della rugiada, ricercasi la forza elastica corrispondente del vapore acquoso nella tavola di cui qui si offre un modello. Comincia essa da gradi — 20 e termina a gradi + 40, essendo questi appresso a poco gli estremi di temperatura, fra i quali si eseguiscano tutte le osservazioni igrometriche:

TAVOLA

DELLA FORZA ELASTICA DEL VAPORE ACQUEO

DA — 20 GRADI A + 40 GRADI

DEL TERMOMETRO CENTIGRADO

| TEMPERATURA | Forza elastica | TEMPERATURA | Forza elastica | TEMPERATURA | Forza elastica |
|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| — 20 | 1,3 | 11 | 10,1 | 26 | 24,4 |
| — 15 | 1,9 | 12 | 10,7 | 27 | 25,9 |
| — 10 | 2,6 | 13 | 11,4 | 28 | 27,4 |
| — 5 | 3,7 | 14 | 12,1 | 29 | 29,0 |
| 0 | 5,0 | 15 | 12,8 | 30 | 30,6 |
| 1 | 5,4 | 16 | 13,6 | 31 | 32,4 |
| 2 | 5,7 | 17 | 14,5 | 32 | 34,3 |
| 3 | 6,1 | 18 | 15,4 | 33 | 36,2 |
| 4 | 6,5 | 19 | 16,3 | 34 | 38,3 |
| 5 | 6,9 | 20 | 17,3 | 35 | 40,4 |
| 6 | 7,4 | 21 | 18,3 | 36 | 42,7 |
| 7 | 7,9 | 22 | 19,4 | 37 | 45,0 |
| 8 | 8,4 | 23 | 20,6 | 38 | 47,6 |
| 9 | 8,9 | 24 | 21,8 | 39 | 50,1 |
| 10 | 9,5 | 25 | 23,1 | 40 | 53,0 |

Così la forza elastica del vapore contenuto nell'aria è di 5 millimetri quando il punto della rugiada è a zero; — è poi di 9, 5 quando questo è a 10 gradi; — di 17,3 a 20 gradi; — di 30,6 a 30 gradi ec.

Questi resultamenti sono indipendenti dalla temperatura dell'aria ambiente; solo se questa è appresso a poco uguale alla temperatura del punto della rugiada, l'aria sarà quasi satura di vapori o di umidità; e se al contrario essa di molto supera questo termine, l'aria sarà aridissima come di sopra si è detto.

Fissata la forza elastica del gasse acqueo, facilmente si può trovare il peso totale di quello che esiste in un dato volume di aria. Basta all'oggetto rammentarsi, che il vapore esistente nell'aria, possiede esattamente lo stesso grado di tensione e di elasticità di quello che occupa uno spazio vuoto. Fra i limiti di temperatura che comprendon le osservazioni igrometriche, segnate nella tavola seguente, s'indica in grammi il peso del vapore contenuto in un metro cubico d'aria, ed in millimetri la sua forza elastica.

TAVOLA

DEI PESI DEL VAPORE CONTENUTO IN UN METRO

CUBICO DI ARIA

| TEMPERATURA DEL PUNTO DELLA RUGIADA IN GRADI CENTIGRADI | FORZA ELASTICA CORRISPONDENTE IN MILLIMETRI | PESI DEL VAPORE CONTENUTO IN UN METRO CUBICO DI ARIA IN GRAMMI |
|---|---|--|
| — 20 | 1,3 | 1,5 |
| — 15 | 1,9 | 2,1 |
| — 10 | 2,6 | 2,9 |
| — 5 | 3,7 | 4,0 |
| 0 | 5,0 | 5,4 |
| 1 | 5,4 | 5,7 |
| 2 | 5,7 | 6,1 |
| 3 | 6,1 | 6,5 |
| 4 | 6,5 | 6,9 |
| 5 | 6,9 | 7,3 |
| 6 | 7,4 | 7,7 |
| 7 | 7,9 | 8,2 |
| 8 | 8,4 | 8,7 |
| 9 | 8,9 | 9,2 |
| 10 | 9,5 | 9,7 |
| 11 | 10,1 | 10,3 |
| 12 | 10,7 | 10,9 |
| 13 | 11,4 | 11,6 |
| 14 | 12,1 | 12,2 |
| 15 | 12,8 | 13,0 |
| 16 | 13,6 | 13,7 |
| 17 | 14,5 | 14,5 |
| 18 | 15,4 | 15,3 |
| 19 | 16,3 | 16,2 |
| 20 | 17,3 | 17,1 |
| 21 | 18,3 | 18,1 |
| 22 | 19,4 | 19,1 |
| 23 | 20,6 | 20,2 |
| 24 | 21,8 | 21,3 |
| 25 | 23,1 | 22,5 |
| 26 | 24,4 | 23,8 |
| 27 | 25,9 | 25,1 |
| 28 | 27,4 | 26,4 |
| 29 | 29,0 | 27,9 |
| 30 | 30,6 | 29,4 |
| 31 | 32,4 | 31,0 |
| 32 | 34,5 | 32,6 |

SEGUE LA TAVOLA

DEI PESI DEL VAPORE CONTENUTO IN UN METRO

CUBICO DI ARIA

| TEMPERATURA DEL PUNTO DELLA RUGIADA IN GRADI CENTIGRADI | FORZA ELASTICA CORRISPONDENTE IN MILLIMETRI | PESI DEL VAPORE CONTENUTO IN UN METRO CUBICO DI ARIA IN GRAMMI |
|---|---|--|
| 33 | 36,2 | 34,5 |
| 34 | 38,3 | 36,2 |
| 35 | 40,4 | 38,1 |
| 36 | 42,7 | 40,2 |
| 37 | 45,0 | 42,2 |
| 38 | 47,6 | 44,4 |
| 39 | 50,1 | 46,7 |
| 40 | 53,0 | 49,2 |

Rilevasi da questa tavola, che fra i termini di zero e 20 gradi, il numero esprime in millimetri la forza elastica del vapore, è anche quello che esprime in grammi il peso dello stesso contenuto in un metro cubico di aria. Così, se il punto della rugiada è a 40 gradi, la forza elastica del vapore è di 9 millimetri e cinque decimi, ed il peso di esso contenuto nella indicata quantità di aria, è di 9 grammi e sette decimi. Quindi s'intende perchè l'aria allo spuntar del sole è meno umida al contrario di ciò che succede al suo tramonto: nel primo caso la temperatura dell'aria si eleva, e nel secondo si abbassa. Le bocche degli uomini e degli animali sembrano fumanti nei tempi freddi poichè l'aria espirata essendo pregna di vapori, questi si addensano pel contatto del corpo freddo, e mentiscono l'aspetto di fumo. Quella specie di rugiada che si depone in tempo d'inverno sui cristalli della carrozza e sui vetri delle finestre, o in tempo di state sulla esterna superficie di un vaso pieno di acqua fredda, deriva dalla medesima cagione; poichè l'aria raffreddandosi in contatto del corpo freddo non può ritenere ulteriormente i vapori, e li precipita in forma di rugiada sul corpo raffreddante. Quindi anche s'intende, perchè la neve par' che fumighi posta in un'aria calda; e perchè l'aria umidissima de' paesi caldi attraversando le foreste, ove non penetra il raggio del sole, altamente si raffreddi, ed i vapori ridotti in acqua diano origine a tante sorgenti.

Ciò che intanto sorprende è la grande siccità che regna negli alti strati dell'atmosfera. Le sostanze organiche igrometriche si contorcono colassù come se fossero esposte al fuoco. Questo fatto è tanto più notevole, in quanto che, essendo quell'aria molto fredda, basta ogni piccola quantità di vapore a saziarne la capacità. I fisici attribuiscono questo fenomeno alla poca densità di quell'aria, la quale conseguentemente, lungi dal presentare alcuno ostacolo, favorisce la libera diffusione de' vapori; onde i corpi igrometrici imbevuti di acqua e colassù trasportati, la perdono ed indicano siccità. Ma quel grado di secchezza è l'effetto della ripristinazione del gasse acqueo: condensazione, che proviene meno dalla bassa temperatura che vi regna, che dalla poca densità dell'aria. Le molecole aeree, poste fra quelle del vapore, soppesano gli effetti delle loro reciproche attrazioni, e delle forze prementi, onde la mancanza dell'aria dee produrre effetti opposti.

Questo basti per i vapori di cui l'atmosfera è sempre ingombra:—ora, citando sempre l'opera del signor Paci, discorriamo della elettricità atmosferica.

Da che il Franklin provò, che la materia del fulmine che rureggia nell'atmosfera è quell'istesso fluido elettrico che in diverse guise si svolge dai corpi, tutti i fisici, non dubitando dell'esattezza dei tentativi di quel grand'uomo, cercarono di conoscere il modo, come l'aria può giungere ad elettrizzarsi. Non v'ha dubbio che l'elettrico svolgendosi dal serbatoio universale si trasporta nell'aria; e da questa ritornando alla terra, prima tra i conduttori, stabilisce una perpetua circolazione, producendo sempre fenomeni diversi.

Il conte Alessandro Volta provò il primo per mezzo dell'esperienza, che i corpi cangiando stato si elettrizzano e specialmente quando si risolvono in fluidi elastici; e che questi, frai quali principalmente i fluidi acquosi, trasportano nell'aria quell'elettricismo di cui la si vede sopraccaricata. Infatti, se due spugne ugualissime si bagnano con la stessa quantità d'acqua, e si mettono l'una sul conduttore della macchina elettrica in azione, e l'altra sul tavoliere della stessa, quantunque esposte alla stessa temperatura, pure la prima si prosciugherà più presto della seconda; ed il corpo evaporizzato si troverà elettrizzato positivamente, mentre quello da cui i vapori medesimi si produssero, resterà nello stesso stato d'elettrizzamento negativo.

L'elettrico conspira col calorico a servire da fluido deferente per la formazione dei vapori acquosi. Il Volta, all'elettricità trasportata dal gasse acqueo, aggiunge quella prodotta dalla combustione del carbone. E benchè nè il Saussure, nè il Dary avessero ottenuto alcun segno d'elettrizzamento dietro la combustione, pure in seguito il Bequerel ha mostrato la formazione delle correnti elettriche dopo i fenomeni comburenti, e il Pouillet ha ultimamente stabilito su di questi la teoria della produzione dell'elettricità atmosferica.

Dietro accurati sperimenti, il Pouillet ha precisato, che i corpi non si elettrizzano mai cambiando stato; ma combinandosi e componendosi nelle combustioni, le molecole dell'ossigeno che si fissano, svolgono elettricità positiva, ed il combustibile, qualunque sia, si elettrizza negativamente. Difatti, nell'istantanea produzione del gas acido carbonico, ebbe elettricità in più dall'ossigeno ed in meno dal

carbone, e conobbe, che quando tutte le sostanze gassose si combinano fra loro, oppure coi solidi o coi liquidi, svolgono sempre elettricità.

Queste esperienze indussero il dottor fisico a dire, che tutte le piante, nei particolari processi, che agevolati dalla forza di organizzazione succedono nelle maglie del parenchima, ora producono gasse acido carbonico, col fissare nell'eccesso del loro carbonico l'ossigeno dell'aria, ed ora somministrano ossigeno col decomporre lo stesso gasse acido che assorbono, e così divengono l'inesausta sorgente dell'elettricismo aereo. Questa opinione fu provata col fatto, poichè egli raccolse dalla vegetazione moltissima elettricità positiva.

Se si pon mente (sono le precise parole del Pouillet), che una gramma di puro carbonico, passando allo stato di acido carbonico, svolge elettricità bastevole a caricare una bottiglia di Leyda, e dall'altra parte, che il carbone che costituisce i vegetabili non dà minor quantità di elettricità del carbone che brucia liberamente, si può conchiudere, che sopra una superficie di vegetazione di 100 metri quadrati, si produce in un giorno più elettricità di quella che basterebbe a caricare la più forte batteria elettrica.

Avendo poi il Pouillet rivolto gli esperimenti dalle combinazioni alle separazioni chimiche, osservò primieramente che il vapore dell'acqua pura non dà alcuna segno d'elettricità, perchè nel liquido donde proviene si produce un cambiamento di stato e non una chimica alterazione. Al contrario si avvide, che gli stessi vapori acquosi sono carichi di elettricismo quando sono prodotti da una chimica separazione. Così i vapori derivanti dalle soluzioni degli alcali solidi sono foroit di elettricità negativa, e questi di positiva; ed al contrario i vapori delle soluzioni gassose, degli acidi e dei sali hanno elettricità positiva, mentre le soluzioni che li producono restano negativamente elettrizzate. Quindi nella giornaliera evaporazione, che succede sulla vasta estensione de'mari, si ha una sorgente non interrotta di elettricità per la chimica segregazione che l'acqua subisce nell'assumere lo stato vaporoso. Ed essendo le acque dei fiumi e dei ruscelli, quelle che innaffiano le piante ed umettano la terra, sempre più o meno cariche di principi salini, che abbandonano evaporizzandosi, sulla superficie della terra non può prodursi vapore senza chimica segregazione, e quindi senza svolgimento d'et-

tricità. Quindi tutti i vapori e tutti i gasi che si svolgono dalla superficie della terra e s'immedesimano coll'atmosfera, essendo in uno stato elettrico, comunicano alla stessa quel grado di elettricità di cui sono dotati.

Quantunque l'atmosfera possa ritrarre l'elettricità dalle tante incessanti combinazioni e decomposizioni che in natura avvengono, pure dall'esperienze del Pouillet resulta, che le principali sorgenti ne sono i vegetabili per l'assorbimento, la scomposizione e la rigenerazione del gasse acido carbonico, ed i vapori di tutti i liquidi per la loro naturale e costante impurità. A queste cause elettrizzatrici dell'atmosfera, conviene aggiungersi il potere dei corpi acuminati, come sono le cime degli alberi, dei monti o simili dalle quali la terra continuamente irraggia, nel seno dell'atmosfera, una quota della sua elettricità. Ma quando l'atmosfera n'è sopraccarica, la rende alla terra per mezzo de' vapori, della pioggia, della rugiada, e degli stessi corpi acuminati che glie la irrigarono. Questa restituzione od equilibrio ha talora luogo sì debolmente che non è sensibile, e talvolta segue istantaneamente e con fragore.

Non essendo l'aria conduttrice d'elettricità, quando questa si trasferisce in quella non vi si può diffondere tutta ad un tratto; onde, accumulata in uno strato qualunque di essa, opera per influenza, ed eccita così elettricità contraria negli altri strati contigui, i quali producono poi l'istesso effetto ne' più lontani. Intanto il fluido elettrico, non potendo durare a lungo in questo stato per la sua naturale espansibilità, quando se gli presentano corpi capaci di condurlo, come i vapori acquosi, bentosto su di questi si scaglia; e vi si accumula; e mentre i nuvoli si caricano così di un eccesso di elettricità, che i loro vapori prima non possedeano, avviene un cangiamento nello stato elettrico dell'atmosfera.

Non altrimenti agisce l'elettricità delle nostre macchine su di un corpo conduttore isolato. E potendosi elevare dalla terra, tanto l'elettricità positiva quanto la negativa in quantità variabile, a seconda delle circostanze favorevoli alla sua produzione, ben comprendesi, che questa elettricità ora lentamente trascorre per gli strati aerei, ed ora subitamente si precipita sui vapori, ora resta accumulata nei nuvoli, ed ora si neutralizza. Quindi s'intende, perchè l'aria talvolta dà segno di elettricità negativa, ed altre volte

di positiva, mentre in altri casi se ne mostra affatto priva; e perchè lo stato elettrico dell'aria è alcune volte assai forte, come nei giorni temporaleschi, mentre altre fiato è così debole, che appena avvertesi, come nei giorni sereni.

Il Monnier osservò primo la poca elettricità dell'atmosfera; ma questa osservazione, ripetuta dal Beccaria, dal Saussure e dal Volta, diede i seguenti resultamenti:

1.^o L'atmosfera serena ha sempre elettricità positiva, e la nuvolosa l'ha di frequente positiva e talvolta negativa.

2.^o Nelle piogge senza vento, l'elettricità è forte dapprima, e poi s'indebolisce a gradi. Nelle piogge procellose, ora è fortissima ora nulla ed ora negativa. In generale, l'elettricità de' giorni piovosi è tanto più debole, quanto più dura la pioggia ed il tempo è piovoso.

3.^o La neve e la nebbia ordinariamente elettrizzao l'aria positivamente, ma i venti forti diminuiscono l'elettricità, poichè rimescolano gli strati aerei; e nei tempi burrascosi l'elettricità nasce, manca e torna a mostrarsi, ed ora è positiva ed ora è negativa.

4.^o Nei luoghi bassi, umidi ed impediti, si accumula pochissima elettricità, la quale è d'altronde copiosa nei luoghi elevati e liberi.

Questi resultamenti sono perfettamente uniformi all'andamento del fluido elettrico verso i vapori, che ne sono conduttori; poichè, questi addensandosi in pioggia o in neve, mettono in libertà quell'elettrico di cui son pregni, e rimescolandosi negli strati atmosferici a diverse altezze, debbono permutare lo stato elettrico dell'atmosfera nella quantità e qualità, in vari punti e a diverse altezze.

In questo stato elettrico dell'atmosfera si è poi osservato un periodo giornaliero. Secondo il Monnier ed il Volta, l'elettricità cresce per gradi dallo spuntar del sole sino a due o tre ore dopo mezzogiorno; decresce parimente a gradi da questo termine sino alla rugiada, tempo in cui si rianima e poi decade, o si rende quasi insensibile allo spuntar del sole. Lo Schluber, quantunque ammetta un periodo diurno nello stato elettrico dell'atmosfera, pure vuole che esso differisca da quello di sopra notato.

Lo stato elettrico dell'atmosfera è del pari diverso nelle diverse stagioni. Secondo il Volta l'elettricità a cielo sereno è minima nella state e massima nel verno. D'inverno a cielo sereno essa segna da dieci a venti gradi del suo elettroscopio a pagliuzze, di rado meno

di 8 gradi, e ciò accade verso l'aurora. A cielo nuvoloso è massima nella primavera, e nella state e nell'inverno è minima. — A cielo nuvoloso i segni elettrici sono meno intensi, ma sempre più che nella state.

Molti credono esservi de' periodi annuali per l'elettricità dell'aria, ma nulla di certo puossi su di ciò affermare. È un fatto però che nella zona torrida abbonda più l'elettricità, che nelle zone temperate.

Da tutto ciò che si è detto può dedursi, che l'elettricità atmosferica è in esatta relazione coll'evaporamento, col caldo e col freddo, e collo stato dei vapori; onde l'umidità, la siccità e lo stato termometrico, molto influiscono a mutare e modificare siffatto stato elettrico dell'oceano atmosferico che circonda il nostro globo. . .



LEZIONE XLVIII.

DEI VENTI

L'atmosfera, immenso oceano nel quale siamo immersi, è soggetto ad oscillazioni e movimenti come il mare: com'esso, talvolta ella sembra affatto quieta quantunque, o più o meno, ella sia continuamente in moto: ella ha il suo flusso e reflusso e le sue correnti diverse, che cangiansi periodicamente o secondo cause accidentali.

Un tempo fu anzi creduto, che il flusso e il reflusso dell'aria, fosse sensibilmente maggiore di quello dell'acqua, argomentando, che essendo l'aria 800 volte più leggiera dell'acqua, la dovesse per conseguenza innalzarsi 1600 piedi quando l'acqua innalzasi 2; la quale argomentazione, che fu posta innanzi dal Bernoulli, è del resto molto speciosa, e il Boscovich, e il D'Alembert hanno quindi dimostrato con molta ragione il contrario, cioè, che i flussi e i reflussi denno essere minori in un fluido più sottile e più leggiero, e che l'innalzamento dell'aria in confronto a quello dell'acqua in tempo di flusso, sta come il numero 2 al numero 5.

Per quanto vedesi dal volgere delle ventaruole, o dalle direzioni degli strati diversi delle nuvole, questo oceano dell'aria ha nelle regioni inferiori correnti affatto opposte alle superiori, le quali spesso procedono più lente di quelle e quasi mai in modo simile. — Queste correnti dell'aria atmosferica, chiamansi generalmente *venti*.

Tra gli antichi, Ippocrate, Vitruvio e Seneca, indovinarono la vera natura del vento, definendolo un *passaggio di porzione dell'aria*

più accelerata dell'aria vicina, ovvero una corrente od una espansione di essa : ma mal si apposero altri antichi filosofi ed eruditi, tra i quali Lucrezio Caro e Marco Tullio Cicerone, quando considerano il vento un miscuglio di vapori, una evaporazione fredda della terra, un'aria singolare e totalmente diversa dall'altra. . .

La direzione del vento rilevasi dal cammino delle nubi, dalla direzione che prendon le sostanze leggere che sono in balia di esso, come, per esempio, il fumo, la polve, le foglie degli alberi, ec. ec. Ma per osservarla più facilmente e sicuramente collocaronsi ventaruole sulle torri, le quali sono volte dal vento in tal modo da lasciarne passare liberamente la corrente da ambedue i lati di esse. Mediante questo meccanismo n'è dato conoscere la vera direzione dell'aria, purchè la ventaruola sia posta ben alta, e non si oppongano secondarie circostanze; poichè nelle gole delle montagne, o nelle strade anguste circondate da fabbriche più elevate della ventaruola suddetta, l'andamento naturale dell'aria si cangia, non altrimenti che la corrente di un fiume che passa tra i sassi: — noi torneremo a descrivere questo strumento in fondo della presente Lezione.

Spirano dunque i venti per moltissime direzioni, alcune oblique ed altre parallele all'orizzonte; ma di tutte queste direzioni i fisici non prendono in considerazione che le principali, e per determinarle notano il punto dell'orizzonte da cui sembra che il vento parta per giungere all'osservatore, il quale considerano situato nel centro di un cerchio, la cui circonferenza è divisa in parti uguali da tanti diametri, onde i raggi sieno come altrettante direzioni che chiamano *arie* o *rombi dei venti*: — la loro unione dicono *rosa dei venti*.

Quel diametro che coincide col meridiano del luogo ov'è l'osservatore, indica all'una delle sue estremità il *Settentrione* o la *Tramontana* e dall'opposta il *Mezzodì* o l'*Austro*; ed il diametro che taglia ad angolo retto il precedente segna l'*Oriente* o il *Levante* da una parte, e l'*Occidente* o il *Ponente* dall'altra: — i venti che spirano da questi quattro punti diconsi *venti principali*.

I primi Greci, ne' tempi Omerici, si contentarono di 4 venti: — poi n'ebbero 6: — ed altri, dividendo ciascuna delle quattro direzioni principali in tre parti uguali, ne fecero 12.

Andronico Cirrese di Atene, ne notò altri quattro, che disse *venti*

collaterali per distinguerli dai primi in mezzo ai quali soffiano; egli eresse in Atene una colonna ottagonolare, ornata da cadaun lato col segno e col nome del vento incontro il quale fu posto: — quell'edifizio, di cui anch'oggi miransi gli avanzi, chiamossi *torre de' venti*.

Vitruvio assicura, che i Romani aggiunsero altri 16 venti a quelli notati dai Greci, onde i collaterali giunsero sin d'allora al numero di 20. Ad essi i moderni ne hanno aggiunti altri 8, cosicchè ridussero il numero totale dei venti a 32.

A distinguerli, essi facilmente dividonsi in quattro classi: *Cardinali* — *Collaterali di prim'ordine* — *Collaterali di second'ordine* — *Quarte*.

Questi diversi venti portano più comunemente nel Mare Mediterraneo le seguenti denominazioni:

1. TRAMONTANA O SETTENTRIONE.
2. Quarto di Tramontana a Grecale.
3. Grecale-Tramontana.
4. Quarto di Grecale a Tramontana.
5. Grecale.
6. Quarto di Grecale a Levante.
7. Grecale-Levante.
8. Quarto di Levante a Grecale.

9. LEVANTE O ORIENTE.
10. Quarto di Levante a Scilocco.
11. Levante-Scilocco.
12. Quarto di Scilocco a Levante.
13. Scilocco.
14. Quarto di Scilocco a Mezzogiorno, o ad Ostro.
15. Mezzogiorno-Scilocco, o Ostro-Scilocco.
16. Quarto di Mezzogiorno a Scilocco, o di Ostro a Scilocco.

17. MEZZOGIORNO, oppure OSTRO O AUSTRUM.
18. Quarto di Mezzogiorno a Libeccio, o di Ostro a Libeccio.
19. Mezzogiorno-Libeccio, o Austro Libeccio.
20. Quarto di Libeccio a Mezzogiorno, o ad Ostro-Libeccio.
21. Libeccio.

- 22. Quarto di Libeccio a Ponente.
- 23. Ponente-Libeccio.
- 24. Quarto di Ponente a Libeccio.

- 25. PONENTE OVVERO OCCIDENTE.
- 26. Quarto di Ponente a Maestro.
- 27. Ponente-Maestro.
- 28. Quarto di Maestro a Ponente.
- 29. *Maestro*, o *Maestrato*.
- 30. Quarto di Maestro a Tramontana.
- 31. *Maestro-Tramontana*.
- 32. Quarto di Tramontana a Maestro.

Ma sull'Oceano questi venti hanno altre denominazioni che interessa conoscere.

I primi quattro, cioè i cardinali, si nominano, *Nord*, *Sud*, *Est*, *Ovest*: i collaterali, prendono il nome da questi, combinati a due a due, a tre a tre senz'aggiungere altro, oppure a tre a tre coll'interposizione della frazione $\frac{1}{4}$ secondochè i corrispondenti punti suddividono in parti sempre minori lo spazio compreso fra i punti collaterali contigui.

I principi, su cui si fonda questa nomenclatura, sono i seguenti:

1.^o Nelle combinazioni binarie i nomi di *Nord* e *Sud* vengono sempre preferiti, come *Nord-Est*, *Sud-Est*, ec.

2.^o Ogni combinazione ternaria senza altra aggiunzione, si forma dal punto cardinale più vicino seguito dalla più vicina combinazione binaria, come *Nord Nord-Est*, *Est Nord-Est*, ec.

3.^o Per le combinazioni ternarie coll'aggiunta della frazione $\frac{1}{4}$ si fa la seguente distinzione. — Se il punto a cui corrisponde la combinazione è vicino ad un punto cardinale, la combinazione si forma col nome di questo punto seguito prima dalla frazione $\frac{1}{4}$ e poi da quello della combinazione binaria più vicina; per esempio, *Nord un quarto di Nord-Est*, il che denota esser questo punto vicino al *Nord*, e la sua distanza da questo stesso punto essere il quarto di quella che lo separa dal *Nord-Est*. Se poi il punto a cui appartiene la combinazione, è vicino ad un altro punto corrispondente ad una combinazione binaria, il suo nome si forma dal nome di que-

sta combinazione binaria seguito prima dalla frazione $\frac{1}{4}$, e poi dal punto cardinale più vicino; così Nord-Est un quarto di Nord, il che dimostra esser questa specie di combinazione l'inversa della precedente. Queste diverse denominazioni, e le varie direzioni dei venti, meglio si scorgono nella seguente tavola.

NOMI DE' VENTI.

DISTANZE

| | | <i>Distanza dal Nord o Settentrione.</i> |
|-----|----------------------------------|--|
| 1. | Nord | 0°, 00 |
| 2. | Nord quarta Nord-Est | 11, 15' |
| 3. | Nord-Nord-Est | 22, 30' |
| 4. | Nord-Est quarta Nord | 33, 45' |
| 5. | <i>Nord-Est.</i> | 45 |
| 6. | Nord-Est quarta Est | 56, 15' |
| 7. | Est-Nord-Est | 67, 30' |
| 8. | Est quarta Nord-Est | 78, 45' |
| | | <i>Distanza dall'Est od Oriente.</i> |
| 9. | Est | 0°, 0' |
| 10. | Est quarta Sud-Est. | 11, 15' |
| 11. | Est-Sud-Est | 22, 30' |
| 12. | Sud-Est quarta Est | 33, 45' |
| 13. | <i>Sud-Est.</i> | 45 |
| 14. | Sud-Est quarta Sud. | 56, 15' |
| 15. | Sud-Sud-Est | 67, 30' |
| 16. | Sud quarta Sud-Est. | 78, 45' |
| | | <i>Distanza dal Sud o Mezzogiorno.</i> |
| 17. | Sud | 0°, 0' |
| 18. | Sud quarta Sud-Ovest | 11, 25' |
| 19. | Sud-Sud Ovest. | 22, 30' |
| 20. | Sud-Ovest quarta Sud | 33, 45' |
| 21. | <i>Sud-Ovest</i> | 45 |
| 22. | Sud-Ovest quarta Ovest | 56, 15' |

| | |
|--------------------------------------|---------|
| 23. Ovest-Sud-Ovest | 67, 30' |
| 24. Ovest quarta Sud-Ovest | 78, 45' |

*Distanza dall'Ovest**o Occidente*

| | |
|---------------------------------------|---------|
| 25. OVEST | 0, 0' |
| 26. Ovest quarta Nord-Ovest | 11, 15' |
| 27. Ovest-Nord-Ovest. | 22, 30' |
| 28. Nord-Ovest quarta Ovest | 33, 45' |
| 29. Nord-Ovest. | 45 |
| 30. Nord-Ovest quarta Nord. | 56, 15' |
| 31. Nord-Nord-Ovest. | 67, 30' |
| 32. Nord quarta Nord-Ovest | 78, 45' |

Queste sono le 32 direzioni dei venti.

Le sopraccennate denominazioni furono inventate, dice il Kant, dai nocchieri Olandesi. Benchè l'orizzonte sia molto esteso, per cui in ciascuna direzione di esso possa nascere una corrente di aria, lo che avrebbe potuto occasionare una denominazione di 64, anzi di 128 e 256 venti, nondimeno l'esperienza e'insegna, che le cause le quali promuovono la corrente d'aria non agiscono in limiti ristretti, ma anzi producono correnti larghe 11 gradi e più: quindi è, che quasi tutte le nazioni contentaronsi di questa divisione della *rosa de'venti* in 32 rombi, e l'hanno adottata.

Questo, intorno al novero ed ai nomi dei venti: ora diciamo delle cagioni che li generano.

Le cagioni dei venti sono varie: qualcuno è l'effetto della rotazione della terra; altri sono il prodotto di convulsioni interne del globo, o dell'azione dell'elettrico; altri infine, e sono i più comuni; spiegansi coi principi dell'idrostatica, principi che nessuno scrittore, applicandoli al vento, li ha meglio dimostrati del Volney, nella bellissima relazione dei suoi viaggi in Siria ed in Egitto. Ascoltiamo attentamente questo profondo filosofo ed insigne scrittore.

Per comprendere chiaramente il meccanismo più comune dei venti, e' dice, bisogna riprendere la catena delle idee dalla sua origine, e rammentarsi le proprietà degli elementi posti in azione.

1.^o L'aria, come è noto, è un fluido di cui tutte le parti naturalmente uguali e mobili, tendono del continuo a porsi a livello,

come l'acqua; dimodochè supponendo una stanza larga e lunga sei piedi, l'aria che vi si introdurrà la riempirà per tutto ugualmente.

2.^o Una seconda proprietà dell'aria è quella di dilatarsi o di restringersi, vale a dire di occupare uno spazio più grande o più piccolo con una stessa data quantità. Così, coll'esempio della stanza supposta, se si estrarrebbero i due terzi dell'aria ch'ella conteneva, il terzo che rimarrà si estenderà nel loro luogo e riempirà benissimo tutto lo spazio: e se invece di torne se ne aggiunga il doppio, il triplo, ecc., la camera lo conterrà ugualmente:—lo che, come è noto, non succederebbe coll'acqua.

Questa proprietà di dilatarsi è soprattutto posta in azione dalla presenza del calore; ed allora l'aria riscaldata comprende in uno spazio uguale meno parti che l'aria fredda, diventa più leggiera e si solleva: per esempio, se nella supposta camera s'introduce un braciere pieno di fuoco, nell'istante l'aria che n'è tocca s'innalza verso il palco, e l'aria vicina prende il suo luogo: ma se pur questa venisse riscaldata, seguirebbe la prima, e stabilirebbersi una corrente dal basso in alto, promossa dall'affluenza dell'aria laterale; disortachè l'aria più calda si spanderebbe nella parte superiore, e la meno calda nell'inferiore della stanza, continuando tutte due a cercare di porsi in equilibrio per la prima legge dei fluidi.

Ora, se tal effetto si applica a quanto accade in grande sul nostro globo, troveremo ch'esso spiega la maggior parte dei fenomeni dei venti.

L'aria che involuppa la terra, può considerarsi (lo abbiamo detto più volte) come un fluidissimo oceano, del quale noi occupiamo il fondo, e la cui superficie è a grande altezza. Per la prima legge, vale a dire per la sua fluidità, questo oceano tende continuamente ad equilibrarsi e restare stagnante; ma il sole facendo agire la legge della dilatazione, vi eccita tal movimento, che ne tiene tutte le parti in perpetua fluttuazione. I suoi raggi producono sulla superficie della terra precisamente l'effetto del braciere supposto nella camera; essi vi sviluppano un calore per cui l'aria vicina si dilata e monta verso la regione superiore: se questo calore fosse uguale per tutto, l'effetto generale sarebbe uniforme; ma il grado di sua intensità varia per un'infinità di circostanze, che diventano le ragioni dell'indole capricciosa che osserviamo nei venti.

Primieramente è di fatto, che la terra si riscalda tanto più, quanto maggiormente il sole lancia i suoi raggi perpendicolarmente sopra di lei: il caldo è nullo al polo, ed è estremo nella zona torrida: pella quale ragione i nostri climi sono più freddi l'inverno, più caldi la state; ed è oziandio pella stessa causa, che in un medesimo luogo o sotto una stessa latitudine, la temperatura può essere differentissima, secondo che il terreno inclinato a borea o a mezzogiorno, presenta superficie più o meno oblique a' raggi del sole.

In secondo luogo è pure di fatto, che alla superficie delle acque producesi meno calore che sulla terra; quindi sul mare, sui laghi, sui fiumi, l'aria, alla stessa latitudine è meno riscaldata che sul continente: per tutto poi l'umidità è un principio di freschezza, ed è per questa ragione, che un paese coperto di foreste o ingombro di paludi, è più freddo che quando i pantani sono asciutti e tagliati i boschi.

Finalmente, una terza considerazione ugualmente importante è questa, che il calore diminuisce in ragione dello alzarsi disopra il piano generale del globo, che è il livello del mare: il fatto è dimostrato coll'osservazione delle alte montagne, le cui sommità, sotto la stessa linea, mantengono eternamente la neve, e attestano l'esistenza di un freddo permanente nella regione superna dell'atmosfera.

Se vogliamo dunque risolvere il problema per gli effetti combinati di queste diverse circostanze, si troverà che riempiono le indicazioni della maggior parte dei fenomeni che dobbiamo spiegare.

Primieramente, l'aria delle regioni polari essendo più fredda e più pesante di quella della zona equinoziale, ne dee risultare, per la legge dell'equilibrio, una pressione che tende continuamente a far correre l'aria dei due poli verso l'equatore. Intorno a ciò, il ragionamento è sostenuto dai fatti, poichè l'osservazione di tutti i viaggiatori prova, che i venti i più ordinari nei due emisferi, l'australe ed il boreale, vengono dal quarto dell'orizzonte di cui il polo occupa il mezzo, cioè a dire fra il maestrale e lo scirocco. — Quanto poi accade sul Mediterraneo in particolare è in perfetto accordo con ciò.

Io ho notato (prosegue il Volney), che sul mare dell'Egitto i venti boreali sono i più comuni, dimodochè dei dodici mesi dell'anno regnano in nove. Questo fenomeno spicgasi in una maniera plausibilissima argomentando così: — i liti della Barberia, colpiti

da' raggi del sole, riscaldano l'aria che li copre: quest'aria dilatata s'innalza, o prende la via dell'interno dell'Africa; allora l'aria del Mediterraneo, trovando da questa parte una minore resistenza, vi si porta incontante, ma, riscaldandosi, essa pure segue la prima, e così, successivamente, l'atmosfera del Mediterraneo si vuota. Per questo meccanismo, l'aria che posa sopra l'Europa, non avendo più appoggio da quella parte, vi si spande, e bentosto la general corrente si stabilisce: la quale sarà altrettanto più forte, quanto l'aria del settentrione sarà più fredda, e da ciò quella impetuosità dei venti più grande il verno che la state: e sarà altrettanto più debole, quanto vi sarà maggiore uguaglianza fra l'aria delle diverse contrade; onde ne proviene quell'andamento più moderato dei venti nella bella stagione, che nel luglio e agosto spesso termina inclusive con una specie di calma generale, perchè allora il sole, più vicino a noi, riscalda quasi ugualmente tutto l'emisfero boreale della terra infino al polo. — E il corso uniforme e costante che il maestrale prende nel giugno, proviene da ciò, che il sole avvicinosi fino al parallelo di Syene e quasi delle Canarie, stabilisce dietro l'Atlante una aspirazione vicina alle nostre regioni e regolare. — E il ritorno periodico dei venti di levante, dopo gli equinozii, anche questo fenomeno ha senza dubbio una ragione geografica; ma per trovarla bisognerebbe che la scienza possedesse una tavola generale di quanto accade negli altri luoghi del continente. . .

Succede qualche volta, nell'andamento generale di uno stesso vento, che osservansi delle diversità cagionate dalla conformazione de' terreni; vale a dire, che se un vento incontra una vallata, prende la direzione alla maniera delle correnti del mare. Da ciò senza dubbio proviene, che sul mare Adriatico non conosconsi quasi altri venti che il maestrale e lo scilocco, perchè tale è la direzione di quel braccio di mare; e per una simil ragione tutti i venti diventano sul Mare Rosso boreali e meridionali: — se nella Provenza il maestrale è sì frequente, ciò non dee essere se non perchè le correnti dell'aria che scendono dalle Cevenne e dalle Alpi, sono forzate a seguire la direzione della vallata del Rodano. . .

Ma cosa diviene la massa d'aria ingoiata dalla costa d'Africa, e dalla zona torrida? Di ciò può rendersi ragione in due maniere.

1.^o Arrivata sotto quelle latitudini, l'aria vi forma una gran cor-

rente, conosciuta sotto il nome di vento aliseo d'oriente, il quale regna, come è noto dalle Canarie all'America: giunta colà, sembra che vi sia rotta dalle montagne del Nuovo Continente, e che, stornata dalla sua prima direzione, ritorni in un senso contrario a formare quel vento occidentale che regna sotto il parallelo del Canada; dimodochè per questo ritorno, le perdite delle regioni polari si trovano riparate.

2.^o L'aria, che affluisce dal Mediterraneo sull'Africa, dilatandosi pel calore, s'innalza nella regione superiore; ma siccome a certa altezza si raffredda, accade che il suo primo volume diminuisca infinitamente per effetto della condensazione. Si potrebbe credere, che avendo allora ripreso il suo peso dovesse ricadere; ma oltrechè ravvicinandosi alla terra si riscalda e rientra in dilatazione, ella prova ancora per parte dell'aria inferiore uno sforzo potente e continuo che la sostiene: queste due parti dell'aria superiore raffreddata, e dell'aria inferiore dilatata, sono in perpetuo sforzo l'una riguardo all'altra: se l'equilibrio si rompe, l'aria superiore obbedendo al suo peso, può cadere nella regione inferiore fino a terra; ed a tali casi si debbono quegli improvvisi torrenti d'aria fredda conosciuti sotto il nome d'uragani e di turbini che sembrano cadere dal cielo, e che portano nelle stagioni e regioni più calde, il freddo delle zone polari: se l'aria all'intorno resiste, il loro effetto è di corto spazio; ma se incontrano correnti già stabilite, accrescono le loro forze, e diventano tempeste di molte ore. Quando l'aria è pura, queste tempeste sono asciutte, ma quando è carica di nuvole le sono accompagnate da un diluvio d'acqua e di grandine, che l'aria fredda condensa cadendo. Può inclusive avvenire, che nel sito della rottura delle nubi si faccia una caduta d'acqua continua nella quale si risolvono i vapori all'intorno; e allora ne risulteranno quelle colonne d'acqua conosciute sotto il nome di trombe e di tifoni, le quali mostransi soprattutto ne' tempi degli equinozi, con un cielo tempestoso e coperto di nuvole.

Le montagne di una data altezza porgono degli esempi continui di questa caduta d'aria, raffreddata nella regione superiore. Quando, all'avvicinarsi del verno, le loro cime cuopransi di neve, generansi torrenti impetuosi d'aria, che i marinari chiamano venti di neve; essi dicono allora che le montagne si difendono, perchè quei

venti respingono le navi da qualsivoglia parte tentino avvicinarsi ad esse. Il Golfo di Leone e quello d'Alessandretta, sono celebri sul Mediterraneo per fenomeni di tale specie.

Con gli stessi principi, spiegansi i fenomeni di quei venti delle coste volgarmente chiamati *venti di terra*. Le osservazioni dei marinari del Mediterraneo, provano che durante il giorno i venti vengono dal mare e durante la notte dalla terra, e che spirano più forti presso le coste elevate, e più deboli presso le basse. La ragione si è, che l'aria, ora dilatata dal calore del giorno, ora condensata dal freddo della notte, sale e scende a vicenda dalla terra sul mare, e dal mare in sulla terra.—Ciò che io ho osservato in Siria (continua il Volney) rende quest'effetto palpabile: il fianco del Libano volto al mare, essendo colpito dai raggi del sole durante il corso della giornata, e soprattutto dopo il mezzo giorno, essi vi eccitano un calore, che dilata la parte d'aria che copre il declive; questa aria diventando più leggiera, cessa d'essere in equilibrio con quella del mare, dalla quale è pressata e cacciata in alto; ma la nuova aria che subentra, riscaldandosi a vicenda, va bentosto dietro ad essa, e così si forma una corrente simile a quella che si osserva su pei tubi o pelle gole dei cammini. Quando il sole tramonta, l'azione cessa, la montagna si raffredda, l'aria si condensa e si fa più grave, cade e forma un torrente, che scorre lungo il declive del monte infino al mare: Questa corrente cessa la mattina, perchè il sole tornato sull'orizzonte ricomincia l'effetto della vigilia.

Il torrente aereo, che la notte scende dalla montagna, non si avvanza in mare che due o tre leghe lungi dal lito, perchè l'impulsione della sua caduta è distrutta dalla resistenza della massa d'aria ove entra; ed è in ragione dell'altezza e della rapidità di questa caduta che il corso del vento di terra si prolunga: egli è più esteso alle falde del Libano e della catena del Tauro, perchè in quelle parti le montagne sono elevate, ripide, e vicine al mare: provansi bufere violente e subitanee all'imboccatura del Quasmiè, perchè la profonda vallata di Bequaa riunendo l'aria nel suo stretto canale, la lancia in mare come da uno sbocco; sulla costa della Palestina è minore, perchè le montagne sono più basse, e fra esse ed il mare estendesi una pianura di quattro a cinque leghe; a Gaza poi e sulla spiaggia d'Egitto è nullo, perchè quel terreno è senza notabile

declive: finalmente per tutto è più forte la state, più debole il verno, perchè in quest'ultima stagione il calore e la dilatazione dell'aria sono molto minori.

Questa è la bella teoria del Volney.—Ma la osservazione attenta dei fenomeni della natura dimostra, che, specialmente per ciò che concerne gli uragani, oltre il calore vi ha gran parte anche lo elettrico. In prova di ciò, possiamo riportarci alle storie di una quantità di questi paurosi fenomeni, che ne recano i necessari schiarimenti.

Tremendi uragani dominano sull'oceano Atlantico, e particolarmente nella regione delle isole Antille o Indie Occidentali: infuriano ordinariamente nei mesi di luglio, agosto e settembre, tempo del maggior calore e di piogge frequentissime e copiose, per cui le evaporazioni della terra abbondantemente s'innalzano nelle alte regioni dell'atmosfera.

Questi venti sono sempre preceduti da segni di violenta e straordinaria convulsione di tutta la Natura; il mare sembra palpitare, e ne' suoi rigonfiamenti supera le sponde e inonda lunghe strisce di lito, sebbene regni il più profondo silenzio tra i venti. Gravissime nubi e nere veggonsi montare sull'orizzonte e l'atmosfera caricarsi di vapori densi e spesso puzzolenti.

Per ciò che riguarda il Mare di Colombo o le Indie Occidentali, teatro troppo frequentemente infestato da questi immensi e disastrosi fenomeni, l'uragano ordinariamente incomincia nella regione occidentale del seno Messicano; tra le Piccole Antille o Isole del Vento infuria alcune ore da borea levante con incredibile violenza, e nel centro della sua attività è accompagnato da dirottissime piogge, dal pauroso fragore dei tuoni e dalla frequente caduta de' fulmini, lochè dimostra l'elettricità sempre attiva durante tale specie di vulcanica eruzione.

Indi segue una calma di breve durata: dipoi la corrente di aria prende la direzione opposta al corso antecedente, e poco dopo l'uragano scoppia nuovamente colla stessa veemenza, benchè sia di minore durata.

Finalmente a poco a poco cessa, e raffiche violentissime soffiano ogni tanto da tutti i punti dell'orizzonte.

Le numerose sorgenti calde, le lave, le scorie ed il zolfo na-

tivo, che da per tutto sulla superficie delle Minori Antille rinvengonsi; i vulcani ancora fumanti e la fisionomia singolarmente sconvolta di esse, come anche la loro notevole situazione, lasciano travedere, che un esteso spazio di terra, a poco a poco minata dal fuoco sotterraneo, siasi quivi inabissata nel mare. La materia di questo fuoco può essersi in appresso nella maggior porzione consumata, per cui omai ella non ha altro che la forza di produrre irregolari ernzioni di arie infiammabili, particolarmente in quelle stagioni in cui riuniscono più cause alla produzione di esse. . .

Questi uragani del Mar di Colombo simigliano moltissimo ai tifoni dei mari delle Indie Orientali, della Cina e del Giappone. Quivi pure l'oceano gorgoglia e si agita nel luogo ove prorompono; l'aria è riempita di vapori sulfurei, ed il cielo è tinto di colore di rame; ma i tifoni restano in quel luogo ove scoppiano quasi senza procedere innanzi.

È noto del resto, che le regioni che stanno intorno a quei mari son quasi coperte di vulcani, per cui l'intero mare cinese resta nel verno più caldo degli altri mari confinanti; lo che sembra confermare l'influenza che su questi fenomeni di vento hanno i vapori che s' elevano dal grembo del mare, e gli sbilanci elettrici che in conseguenza succedono nell'aere. . .

Se dunque è certo che questo fluido, che col calore, colla luce e col magnetico concorre ad animare è reggere la Natura, contribuisce potentemente alla formazione degli uragani, tifoni, ec. ec., non è però meno evidente la sua azione in tutte le burrasche:— La maggior parte de' venti tempestosi soffiano irregolarmente, si urtano, ora sono deboli ora forti; qualche volta cessano totalmente per ricominciare quindi con impeto maggiore.

Anche la lor direzione cangiasi spesso e rapidamente, e forse non v'è navigatore che non abbia sperimentato quelle burrasche, le quali scoppiano irregolarmente da tutti i punti dell'orizzonte. Questi rapidi cangiamenti non ponno dipendere nè dal calore, nè dalla compressione dell'atmosfera, poichè tanto l'uno quanto l'altra non avvengono in un tratto, ma succedono lentamente ed a poco a poco. Tali effetti devono dunque essere cagionati da squilibri di elettricità; poichè l'aria, come pessimo conduttore di essa, rimane elettrizzata assai irregolarmente, laonde spesso deve estendersi con rapidità da un lato

e spignersi verso la parte ove ella è meno elettrizzata. Da ciò nascono continui interni movimenti dell'aria, per mezzo de' quali la corrente generale, verso una certa direzione, è rinforzata o indebolita, oppure in parte o totalmente cangiata.

Questi squilibri di elettricità succedono più sovente e sono più forti nelle regioni superiori dell'atmosfera: colassù l'aria essendo seccissima e però quasi punto conduttrice dell'elettrico, questo la dilata più rapidamente, e più violentemente la spinge innanzi, che nelle regioni inferiori: quindi non è maraviglia se montando sopra le sommità de' monti, o imprendendo voli areostatici, osservansi delle burrasche nelle regioni superiori dell'aria, mentre nelle inferiori regna la calma.

Nè poca influenza sopra i venti hanno anche le nuvole stesse, le quali, cariche di elettricità, tramandano come tutti i corpi elettrizzati un vento fresco, e, discendendo, comunicano molta elettricità all'aria stessa; oltre ciò la raffreddano considerevolmente, come quando sono pregne di grandine, o la riscaldano secondo la natura delle materie che conducono.

Nella zona torrida, ove tutte le nuvole sono più elettrizzate che nelle nostre regioni temperate, nascono perciò solo burrasche terribili: tra queste è stranissima quella prodotta dal vento, che i Portoghesi chiamarono *tornados* (vorticoso), la quale ordinariamente è preceduta da correnti d'aere grave ed opprimente, che sembra al nostro corpo più caldo di quello che indica il termometro; l'avvicinamento del *tornados* è indicato da alcune nuvole, che si elevano staccate dalla parte di scilocco, e che quindi ben presto si uniscono formando all'orizzonte una benda di vapori neri e caliginosi, incessantemente solcati dai fulmini: ma mentre questo succede il vento cessa e segue una calma perfetta. Il vento poi maggiormente infuria, e gli animali e gli uccelli cercano di ricoverarsi tra le frondi e di nascondersi; da per tutto regna profondo silenzio, e sulle nuvole è dipinta la morte. — Tutto in un tratto, ecco che scoppia una freddissima bufera, la quale sommerge le navi nel mare, e rovescia gli abituri degli uomini in terra, e fa discendere istantaneamente il termometro da 7 in 8 gradi: questo vento, per fortuna degli esseri viventi, non dura molto, e quando incomincia a cessare, cade una pioggia dirotta accompagnata da fortissimi lampi e tuoni;

accadendo poi che scoppino *tornados* senza pioggia, o con poca, allora la burrasca è più lunga e più intensa.

L'Hube, che ha inserita questa descrizione nella sua opera sulla evaporazione, aggiunge: questa tempesta fredda, che scende dalle nuvole fortemente elettrizzate, dirigendosi verso il mare, il quale è buon conduttore dell'elettrico, non si estende lontano, e l'aria in vicinanza dell'oragano furibondo resta sovente tranquillissima: d'altronde è naturale che la pioggia indebolisca la forza dell'oragano, mentre scarica l'elettricità delle nuvole.

Simili colpi di vento tormentano frequentemente i mari intorno ai grandi australi promontori dell'antico continente, e particolarmente quello detto Capo di Buona Speranza: i Portoghesi, che vi provarono per la prima volta la furia di quelli provenienti dalla parte di sciloeco, li chiamarono *tornados*, pel carattere vorticoso che il loro soffio presenta. — Il nostro *sciloeco* ha, in piccolo, identico carattere, come chiaramente scorgesi nelle strade polverose o nelle aie coperte di paglie leggiere, che l'alito di quel vento affannoso agita e avvolge in piccoli vortici o mulinelli.

Le nuvole fortemente elettrizzate producono spesso delle burrasche anche fuori de' tropici; perchè ovunque, sopra il mare e sopra i grandi laghi esiste una quantità di vapori disciolti assai maggiore che sopra la terra: e concentrandosi sulle coste delle nuvole grandi e molto elettriche, oppure l'aria essendo elettrizzata mediante la presenza dei vapori, ella, distendendosi, passerà dal mare verso la terra. Da ciò possiamo rilevare, perchè le nuvole grandi e molto elettrizzate vengano per lo più dalla parte del mare, e perchè sieno condotte sulle terre dai venti marini.

Alla produzione di tali venti elettrici concorrono grandemente le alte montagne delle coste, poichè, simili ad immensa muraglia, dividono la comunicazione tra l'aria di terra, e quella di mare, in modo, che l'una non può unirsi all'altra. Ogni qualvolta le nuvole nascondono la sommità di questi monti, possiamo con fondamento supporre la imminenza di qualche tempesta proveniente dalla parte del mare. Così sono segnalati anticipatamente, secondo il Volney, i venti occidentali nella Siria, secondo il Kranz i meridionali nella Groenlandia, e secondo il Franklin gli orientali nella Colombia: — generalmente casi spirano violenti, accompagnati da nuvole dense,

che in fine sciolgonsi in pioggia, e non rare volte durano da 2 sino a 8 giorni.

Questo pelle funzioni dell'elettrico nelle tempeste e negli uragani. . .

Enumerando ora alcune altre cagioni di venti, ricorderemo, che ciascuna dissoluzione rapida dell'acqua, la quale dilata grandemente l'aria, cagionerà eziandio venti considerabili, come sarebbero quelli regnanti intorno ai promontori, ed ivi tanto temuti da' navigatori, od anche de' turbini di neve che molestano gli abitanti delle montagne. Questi turbini sono ordinariamente accompagnati da neve che va sciogliendosi, ed incominciano o in sul principiare del verno, quando l'atmosfera ha ancora bastante calore per fondere la neve appena caduta, oppure nella stagione più calda in vicinanza delle alte montagne eternamente vestite di neve. — Questo fenomeno nasce pella forte dilatazione cagionata dallo scioglimento rapido della neve nell'aria secca.

Presso tutte le grandi cascate di acqua, come anche presso i rapidi torrenti, ed in vicinanza di una forte pioggia soffiano venti che da vicino sono spesse volte violenti. — Cadendo le valanghe dagli alti fianchi e scoscesi delle montagne alpine, nascono correnti d'aria capaci perfino di atterrare le vicine selve. In simili occasioni agisce moltissimo la rapida divisione dell'aria mediante la caduta delle masse simili ad un bastimento che produce una corrente nell'acqua in quella direzione per ove passa, oppure come il fulmine il quale cagiona una corrente di aria; ma nondimeno contribuisce moltissimo all'eccitamento de' venti forti che accompagnano le valanghe o spirano presso le cadute di acqua, anche il rapido raffreddamento dell'aria, e lo scioglimento copioso delle particelle di acqua e di neve, le quali per mezzo della caduta si polverizzano. . .

Ora parliamo della velocità de' venti, e della natura di alcuni di essi.

Si sono potute riconoscere appena poche leggi generali relative alla direzione de' venti, ed alla loro intensità, tantochè in questa parte della meteorologia, come in molte altre, resta molto a fare.

La tavola seguente indica i differenti gradi di celerità dei venti. Ella fu la prima volta inserita nell'Annuario dell'Ufficio delle Longitudini di Parigi, e credo sia opera del celebre Arago, che ha elevato a così alta fama quell'almanacco.

TAVOLA

DELLA CELERITÀ E DELLA FORZA

DEI VENTI

| CELERITÀ | | | FORZA |
|---------------|------------------|------------------|---|
| PER MIN. SEC. | PER ORA. | | |
| | <i>in metri.</i> | <i>in leghe.</i> | |
| 0,5 . . | 1,800 . | 0,40 | Vento appena sensibile. |
| 1,0 . . | 3,600 . | 0,81 | Sensibile. |
| 2,0 . . | 7,200 . | 1,62 | Vento moderato. |
| 5,5 . . | 19,800 . | 4,45 | Vento assai forte. |
| 10,0 . . | 36,000 . | 8,16 | Vento forte. |
| 20,0 . . | 72,000 . | 16,20 | Vento fortissimo. |
| 22,5 . . | 81,000 . | 17,35 | Tempesta. |
| 27,5 . . | 97,200 . | 22,04 | Gran tempesta. |
| 36,0 . . | 104,400 . | 29,33 | Uragano. |
| 43,0 . . | 162,000 . | 36,62 | Uragano che rovescia gli edifici e sradica gli alberi. |

Considerandoli relativamente alle cause che li producono, i venti ponno dividersi in *costanti, periodisi, accidentali ed incostanti*. — Esaminiamoli separatamente.

Unico è il vento costante sulla terra, e questo dicesi *aliseo*.

Il *vento aliseo* è una corrente d'aere, che s'estende dalle due parti dell'equatore fin verso i paralleli del 30^{mo} grado di latitudine. A questa distanza la sua direzione è inclinata sull'equatore, ma dovunque la sua tendenza è in generale da levante a ponente come il moto apparente diurno del sole, o in senso inverso di quello della terra dal quale principalmente è prodotto. Nulladimeno egli offre delle anomalie, che sono quasi sempre la conseguenza delle forme de' continenti, e delle variazioni di temperatura da quelle forme derivanti. Laonde solo negli aperti mari, a gran distanza dalle coste, l'aliseo soffia regolarmente nella stessa direzione e con notevole costanza.

Le dette anomalie, che l'aliseo presenta avvicinandosi alle coste, spesso sono tali, che la sua direzione diventa affatto contraria a quella che dovrebbe seguire: in generale e' soffia dal mare verso i continenti, e per conseguenza convertesi in maestrale pel Marocco, in ponente pel lito del Shahhara e pella Senegambia, in libeccio nel golfo di Guinea, in scilocco pel Brasile, in grecale nel golfo del Messico: e ciò nell'Atlantico. — Ma se si passa quindi nell'oceano Indiano e nel Grande Oceano, il fenomeno qui pure si presenta con indole identica, perchè fra l'Africa, l'Asia e l'Australia, l'aliseo osservasi convertito in un vento che ordinariamente soffia da scilocco fra l'Asia e l'America, trasformato in vento grecale verso le coste orientali dell'Asia, ed in scilocco verso le orientali dell'Australia.

Questi venti, al loro punto di riscontro, presso all'equatore, prendono la direzione da levante a ponente, e il loro soffio s'indebolisce a misura della vicinanza della costa occidentale d'America; di maniera tale che, ad una certa distanza da quest'ultimo continente, l'aere ed il mare sono quasi in perfetta calma. . .

La costanza de' venti alisei in alto mare, ha fatto sospettare, che la loro causa sia legata al gran fenomeno della rotazione diurna del nostro pianeta, piuttosto che ai flussi e reflussi atmosferici, com'era più anticamente stato supposto. Ma il Laplace ne attri-

bui la cagione al fenomeno del calore, per cui ricadrebbero nella teoria del Volney da noi di sopra esposta. — Ecco la sua spiegazione:

L'attrazione del sole e della luna, non produce nè nell'atmosfera nè sulle acque, nessuna costante corrente d'oriente in verso occidente: laonde bisogna ricercare un'altra causa ai venti alisei, e questa causa esiste, come la maggior parte di quelle che producono le correnti atmosferiche, nella differenza di temperatura fra due masse d'aria.

Perpendicolarmente all'equatore, o verso l'uno o l'altro tropico, il sole necessariamente riscalda gli strati dell'aere che sono sotto di lui, i quali divenuti più leggieri, s'elevano al di sopra del loro vero livello, e quindi devono ricadere per il loro proprio peso, e procedere verso i poli, senza però abbandonare la parte superiore dell'atmosfera. Ma una porzione d'aere non può elevarsi verso l'equatore e scorrer quindi verso i poli, senza essere immediatamente rimpiazzata da altra aria; e le correnti d'aere fresco che dirigonsi dai poli verso l'equatore per rimpiazzare l'aere rarefatto, sono appunto i venti *alisei*. — Stabiliscono dunque due opposte correnti d'aere, una d'aere caldo nella parte superiore dell'atmosfera, l'altra d'aere freddo alla superficie del pianeta: ma perchè la celerità dell'aere è altrettanto minore quanto più è vicino il polo, così dunque, avanzandosi verso l'equatore, e' deve muoversi nel senso del moto diurno più lentamente delle parti corrispondenti della terra; di guisa che i corpi posti sulla superficie del globo, deono urtarlo con l'eccesso della loro celerità, e provare per la sua reazione una resistenza contraria al loro moto rotatorio: ecco perchè all'osservatore, che si crede immobile, ma che realmente gira colla terra, sembra che l'aere soffi in senso opposto, vale a dire da oriente in occidente, ciò che l'osservazione conferma pei venti alisei.

Questa spiegazione è ingegnosissima, ma ha trovato molti oppositori: infatti, ella non si accorda con tutti i fenomeni degli alisei, e non spiega l'ordine statico dell'atmosfera nel suo complesso. — In quanto a noi crediamo, che la causa prima ed elementale dei venti alisei sia veramente nel moto di rotazione della terra, e che le sole anomalie ch'essi presentano, e abbiamo di sopra indicate, si debbano riferire al calore del sole. . .

Ora diciamo dei venti periodici più notevoli.

I *mussoni* cominciano a farsi sentire sul mare, a certa tal qual distanza dalle coste. Il loro nome malese, che significa *stagioni*, indica per se solo che cambiano secondo le fasi dell'anno; ed infatti, soffiano ordinariamente sei mesi in un senso e sei mesi in un altro, senza però che la loro azione s'elevi molto nelle alte regioni dell'atmosfera, poichè è stato osservato che sono arrestati da montagne poco elevate.

Solamente nella zona torrida o presso i suoi limiti esteriori, succede il fenomeno dei mussoni. Nell'emisfero boreale, il *musson* di *primavera* comincia in aprile, ed il *musson* d'*autunno* in ottobre. Nell'emisfero australe ove la stagioni sono contrarie, il *musson* d'*autunno* comincia d'aprile; e il *musson* di *primavera* d'ottobre.

Sopra alcuni punti del globo il musson cambia due volte, cioè ve ne sono quattro per anno. Da un musson all'altro ordinariamente dominano calme più o meno prolungate, ma spesso passano istantaneamente dall'uno all'altro, e l'urto di questi due venti contrari produce quasi sempre burrasche fortissime e pericolose.

La loro direzione non è la stessa di quella de' venti alisei. I mussoni soffiano generalmente da greco e da maestrale, o dalle direzioni opposte di libeccio e di scilocco; ma è raro che si propaghino seguendo linee boreali ed austri, o quelle di levante e di ponente.

Laonde, nei mari di Oman, di Bengala e della China, a borea dell'equatore, il musson di primavera è *libeccio*, ed il musson d'autunno *grecale*; mentre fra l'India e l'Australia, vale a dire ad austro dell'equatore, il musson di primavera è *maestrale*, e quello di autunno *scilocco*. — Sulle coste del Brasile, vi è un musson di primavera che viene da *greco*, ed un musson d'autunno che viene da *libeccio*.

La teoria de' mussoni è totalmente basata sulla influenza del calore alternativamente maggiore e minore a borea e ad austro dell'equatore, ed in conseguenza sulla direzione contraria di due correnti d'aria. Una fredda inferiore, l'altra calda, che nelle alte regioni si mesce nella prima: i due emisferi essendo riscaldati dal sole alternativamente ne risultano correnti d'aria calda, che s'innalzano

di sulla superficie dell'emisfero riscaldato, per scorrere nell'alto verso l'emisfero raffreddato. Il vuoto prodotto dall'elevazione di temperatura, è riempito da una corrente inferiore, che viene dall'emisfero freddo, e questa corrente costituisce il musson: quindi comprendesi come tale corrente debba seguire il corso del sole, ed abbia a cambiar direzione ciascuna volta che questo astro dirigesì verso l'uno o l'altro tropico; e concepiscesi eziandio assai bene come la corrente d'aere debba essere proporzionata alla temperatura, e come conseguentemente il musson debba spirar più forte presso l'equatore che verso i confini della zona torrida. . .

Chiamansi *brezze* certi venti periodici, che non sono sensibili che sulle coste. — La mattina soffiano dal mare alla terra, e la sera in senso contrario, cioè soffiano dalle coste al mare. Quindi i nocchieri profittano sovente di queste correnti d'aere per entrare nei porti e per uscirne. Le brezze non sono però sensibili che di state nelle zone temperate, mentre sotto la zona torrida soffiano tutto l'anno. Questi venti si fanno sentire dal mare alcune ore dopo il levare del sole fin verso le quattro pomeridiane, e volgonsi in senso inverso alcune ore dopo il tramontar del sole fino alla dimane mattina: questo venticello della sera, sempre meno forte di quello della mattina, dura però assai più. — Intorno alla cagione di questi venti ne dicemmo abbastanza di sopra, quando esponemmo la teoria del Volney intorno alla origine dei venti.

Del resto, non tutti questi venticelli vanno dalla terra al mare, o da questo alle rive, ma se ne osservano altri che non si sviluppano che in certe circostanze, sebbene sieno dovuti alle medesime cause; questi sono i *venticelli ascendenti*, che si osservano sulle alte montagne, quando alla falda delle medesime regna una temperatura sufficientemente elevata; allora si stabiliscono correnti d'aria calda, che s'elevano rasentando la superficie del fianco del monte, e che sovente divengono sensibilissimi per le piccole nubi che trasportano, e qualche volta per gl'insetti che strascinano fin sulle ghiacciaie del dosso delle Alpi. L'Humboldt racconta di aver visto la prima volta a Teneriffa, e quindi spesso anche nelle Cordilliere, piccole correnti d'aere che spingevano grandi ammassi di nubi con una ineguale celerità ed in opposte direzioni.

È raro che l'atmosfera non sia agitata da qualche alito di ven-

to, ed abbiain veduto che il calore prodotto dall'apparizione del sole sull'orizzonte era la causa di una folla d'oscillazioni in sensi differentissimi. Si designano i venti col nome de' punti cardinali d'onde soffiano. Ma veggoni alcune volte, specialmente ne' tempi di burrasca, venti che soffiano per opposte direzioni come facilmente dimostrano le nubi poste ad altezze differenti, che sono trasportate in senso contrario.

Nella zona torrida è molta costanza nei venti, ma più ti allontani dall'equatore, più la irregolarità dei venti è grande, sebbene la loro violenza diminuisca: nelle regioni circumpolari il vento è appena sensibile, e quando soffia vien sovente da varie parti al tempo stesso. La poca agitazione dell'aere nelle zone glaciali, permette di sopportare il gran freddo che continuamente vi regna e contro il quale sarebbe impossibile difendersi, se fosse accompagnato da correnti d'aria simili a quelle che osservansi nei nostri climi. . .

Benchè l'influenza benefica dei venti sulla natura vivente sia tanto grande e precisa (dice il chiarissimo Paci), che furono riguardati dagli antichi come tante divinità, e meritavano il culto dei Persiani, dei Fenici, dei Greci e dei Romani; pure convien dire, che questa influenza è varia sulla salute degli animali, secondo la loro forza, la loro temperatura, la loro direzione.

Il *tramontano*, vento settentrionale, è, nei nostri paesi secchissimo e sempre freddo.

Il *bora*, vento grecale, soffia con paurosa violenza sull'Adriatico.

L'*harmatan*, che spira nel dicembre, gennaio e febbraio sulle coste della Guinea, è un vento secchissimo e caldissimo, che sovente trasporta le sabbie a grandi distanze, e che è sempre accompagnato da folta nebbia.

Il *simum*, che, per quanto dicesi, regna nei deserti d'Africa e d'Arabia, ove cagiona turbini di polvere che lo rendono estremamente pericoloso, e spesso seppellisce intere caravane, soffia con gran violenza da austro, ed è il più secco ed il più caldo di tutti i venti.

Lo *scilocco*, che viene a noi dalla parte dell'Africa vicina al Mediterraneo, è talmente bruciante, che uccide qualche volta gli animali nel tempo di mezz'ora. Spesso le isole di Malta e di Sicilia sono flagellate da questo vento terribile, che ad onta del tratto di mare

che ha percorso per giugnervi, conserva ancora bastante calore per fare scendere (nella state) subitamente il termometro reaumuriano fino al quarantesimo grado, come osservarono il Dolomieu a Malta, e il Bridone a Palermo: per cui, mentre soffia lo *scilocco*, niuno abitante esce di casa, a meno che non ne sia da necessità forzato; le porte e le finestre delle case sono accuratamente tappate per impedire all'aria d'entrarvi, e quando non vi sono imposte, quegl'isolani sospendono dalla parte interna delle finestre de' panni inzuppati nell'acqua. Questo, per noi italiani, è il vento più incomodo che conosciamo; il suo divorante calore produce un abbattimento totale nella macchina, e cagiona sovente malattie putride letalissime. . .

I venti hanno una grande influenza sul barometro, del quale, in generale, ne fanno abbassare, e qualche volta anche di troppo, la sua colonna. Ciò avviene specialmente in occasione di *tempeste* o di *uragani*, i quali, siccome generalmente si propagano per aspirazione e non arrivano che progressivamente ai punti più lontani, così l'abbassamento del barometro, indicando una diminuzione di pressione nell'aria, può farli presentire; del che il Francklin fa il primo ad accorgersi, e riconobbe in una tempesta che imperversò a Filadelfia, per un vento di grecale, che tutti i punti situati in tal direzione, e che conseguentemente primi avrebbero dovuto provare la tempesta, non ne furono aggiunti che successivamente e dopo la sua apparizione a Filadelfia.

Questo mezzo di poter prevedere antecedentemente i turbini e le tempeste, è cosa d'immenso vantaggio per l'uomo, specialmente nella zona torrida ove sono di una violenza formidabilissima. Nulla può resistere alla loro potenza; gli alberi sono sradicati, e sovente lanciati a grandi distanze. Gli edifizii più saldi non resistono, se qualche cosa non gli preserva dalla prima scossa; la sbarre di ferro sono alcuna volta spezzate, e niuna cosa può sottrarsi al furore di una simile tempesta.

Raccontasi che all'epoca dell'uragano che devastò la Guadalupe, addì 25 luglio 1825, il vento avea impresso alle tegole una tale celerità, che alcune di esse penetrarono nei magazzini sfondando grosse porte di legno.

Una tavola d'abeto di un metro di lunghezza e di due decimetri e mezzo di larghezza, e di ventitre millimetri di grossezza, mo-

vevasi per l'aere con tanta rapidità, che traversò da parte a parte un fusto di palmizio di quarantacinque centimetri di diametro.

Un pezzo di legno di venticinque centimetri di quadratura, e di quattro in cinque metri di lunghezza, gettato dal vento sur una strada ferrata, battuta e frequentata, entrò nel suolo pella profondità di circa un metro.

Tre cannoni da 24 uscirono dal loro posto ed il vento li portò fino alla spalletta della batteria su cui erano. . .

Le *trombe* producono ancora effetti più terribili; elleno sono dovute in gran parte al fluido elettrico, che loro comunica il movimento e la potenza.

Poco sappiamo su queste singolari meteore, od almeno ignoriamo le cause che le producono, ma i loro effetti sono per mala sorte troppo ben comprovati. Diconsi *trombe* quelle colonne di acqua, di pioggia o di vapore, che innalzansi in sulla terra o sulle acque con moto vorticoso. Sono una specie di turbini, analoghi a quelli che sovente vediamo formarsi sotto i nostri occhi, quando il vento solleva la polvere, e la trasporta descrivendo delle spirali, le volute delle quali sono tanto più grandi quanto più s' elevano.

Quando una tromba produceasi sulla terra, il suo vertice, o la sua più piccola spirale tocca il suolo; ma se il mare e le acque dei laghi le servono di base, allora vedesi la sua superficie innalzarsi e girare come la parte superiore, con questa differenza però, che le grandi spire sono sull'acqua, e le più piccole alla sommità. La tromba è allora rappresentata da due coni che si congiungono pei loro vertici. Oltre il movimento di rotazione, che è abbastanza rapido per sradicare alberi, portar via case, e tutto distruggere per dove passa, la tromba ha un movimento di traslazione, che la conduce con grande rapidità alla superficie del suolo; può passare dalla terra sull'acqua, ed abbandonar l'acqua per ritornare sul suolo. Ordinariamente una nube densa, oscura, forma la parte superiore del turbine, e partecipa dei suoi movimenti. Grosse goccioline d'acqua trasportata dal mare o proveniente dalla condensazione de' vapori, rimangono per molto tempo sospese nel mezzo de' vortici, e cadono in abbondanza quando l'intensità del fenomeno è per cessare.

Si osservano trombe in tutte le contrade: — ma sono molto più

frequenti sul mare che sulla terra, più nei paesi caldi, che sotto le zone temperate, ed appena conosconsi nelle regioni circumpolari. Perchè il tuono ed i lampi qualche volta le accompagnano, le sono state considerate dai fisici come un fenomeno elettrico; ma è ancora incerto quale e quanta parte l'elettricità vi abbia.

Si hanno, come vedesi, ben poche cognizioni generali sulle trombe; ne riportiamo alcuni esempi, per meglio far comprendere l'azione, e la potenza di questa singolare meteora.

» Addì 6 settembre 1814, il capitano Napier, comandante il vascello *Erne*, trovavasi vicino alle isole Bermude, quando vide formarsi una tromba non a molta distanza da lui: pareva che il suo diametro fosse come quello di un barile; la sua forma era cilindrica, e l'acqua del mare vi s'innalzava con rapidità; il vento la trascinava verso mezzogiorno; giunta un miglio distante dal bastimento, si fermò per alcuni minuti; il mare, in quel momento parve in ebollizione, alla sua base, e faceva molta schiuma; ed una quantità copiosissima d'acqua era trasportata insino alle nubi, producendo un forte sibilo. La massa della tromba sembrava avesse un movimento vorticoso rapidissimo; ma ella piegavasi ora in un senso ora in un altro, secondo che veniva più o meno colpita dai venti variabili, che allora e per pochi minuti successivamente soffiavano da tutte le direzioni.

» Quando la tromba cominciò di nuovo a camminare, la si direbbe da austro a borea, vale a dire in senso contrario al vento che soffiava: ma perchè questo movimento menavala direttamente sul vascello, il capitano ricorse all'espedito raccomandato da tutti i marinari in casi simili; fece cioè tirare vari colpi di cannone sulla meteora. Una palla avendola traversata ad una distanza dalla base uguale ad un terzo della sua altezza totale, la tromba parve tagliata orizzontalmente in due parti, e ciascun segmento ondeggiò qua e là incerto, come fosse successivamente agitato da venti opposti. Dopo qualche minuto le due parti si riunirono per alcuni istanti, ma il fenomeno quindi totalmente si dissipò; e l'immensa nube nera, che gli succedette, lasciò cadere un torrente di pioggia. Secondo le misure prese dal Napier la tromba avea mille settecento venti piedi d'altezza. — Non lampeggiò nè tuonò per tutto il tempo del fenomeno; l'acqua che cadde dalle nubi sul naviglio era dolce; la

tromba si formò sul mare stesso e percorse un grande spazio alla volta di mezzogiorno, avanti di arrivare alle nubi onde contribuì all'estensione ».

Ma molti altri viaggiatori hanno descritto gli effetti terribili delle trombe, sia che colpiscano il pellegrino nel deserto, che soffocano in mezzo ad un turbine di polve, o scavano sotto i suoi piedi la sua tromba nella sabbia; sia che piombino con furia sul naviglio, che non può fuggire il loro arrivo, e ne rompono i suoi alberi e le sue antenne, ne strappano le sue vele, l'inondano d'acqua come una improvvisa cataratta o gli aprono in mezzo ai flutti l'abisso che deve inghiottirlo. Ma anche ammettendo che questi viaggiatori non ci avesser trasmesse che le storie delle più spaventevoli di queste meteore, e che coloro che ce le trasmisero fossero sotto la prevenzione di una tradizione esagerata, tutti però s'accordano a rappresentarcele come spaventevoli meteore, gravide di terribili tempeste: — i loro racconti hanno prodotto sulla natura di questo fenomeno gran numero di opinioni diverse, alcune delle quali stravaganti e bizzarre.

» Io, dice il Pages, ho veduto molte trombe, ed assai dappresso per ben poterle osservare; m'è sembrato che le loro cause non s'allontanino punto dalle leggi ordinarie della fisica, e che la tromba si possa definire un turbine oppure un vortice ventoso che segue una curva spirale, onde l'asse generale è più o meno ravvicinato alla verticale. Se questo turbine trasporta nella sua corsa particelle di acque che lo rendono sensibile agli occhi, allora dicesi *tromba d'acqua*; se trasporta grani di sabbia sarà una *tromba di sabbia*.

» Ma oltre questa distinzione bisogna farne un'altra, quella cioè delle *trombe discendenti*, che hanno la loro origine ad una certa altezza nell'atmosfera e che discendono progressivamente verso la terra, e quella delle *trombe ascendenti*, che cominciano alla superficie della terra, e s'elevano gradatamente nell'aere. — Ecco un esempio concludente della prima specie.

» Addì 30 luglio 1832, io mi trovavo nel Nuovo Canale di Bahama, governando la nave per sboccare nell'Atlantico. L'orizzonte era puro, ma verso il zenith erano alcune nubi; un debol venticello, e variabilissimo, increspava la superficie del mare, e gon-

fiava per intervalli le nostre vele. Erano le quattro della sera. Presso di noi, ed a trenta gradi circa al di sopra dell'orizzonte, una nube nera, distesa come una benda, s'arrestò come se fosse tenuta in equilibrio da due forze opposte appresso a poco uguali. Alcuni momenti dopo la gonfiò in due luoghi, prendendo la forma di due grandi mammelle di capra; quindi l'estremità di una di esse si allungò come un cilindro, e discese lentamente fino a otto o dieci gradi sopra la superficie del mare. Tutta questa parte cilindrica rassomigliava molto ad una proboscide d'elefante, e dalla sua estremità inferiore, terminata da uno stretto edificio, scappavano dei raggi che formavano un cono, onde il vertice si riattaccava alla tromba, e la base riposava sulla superficie dell'acqua. La luce del sole riflettendosi su questo cono, faceva chiaramente vedere i getti d'acqua che scappavano dalla tromba; alla base il mare era agitato e fluttuoso, come quando la sua superficie è battuta da un forte vento. Finchè l'acqua non cominciò a zampillare e rovesciarsi dall'alto in basso il color della tromba si era fatto ognor più scuro fino al bigio cupissimo; ma a misura che la pioggia cresceva, il suo colore diveniva più chiaro, la base del piccolo cono diminuiva di larghezza; bentosto questo fu ridotto al suo solo asse e quindi disparve, benchè il mare per alcuni istanti restasse ancora come sollevato da un turbine di vento. Finalmente il cilindro s'incavò, si riassorbì in tutta la sua lunghezza, e svanì rientrando nella nube seguendo appresso a poco i medesimi gradi della sua formazione. Quando questa prima tromba fu scomparsa, una seconda se ne formò nella stessa maniera, e presentò la medesima serie di fenomeni, ma con minore intensità.

» Del resto, mi par facile render ragione di tutte queste circostanze. Sappiamo che cause accidentali producono sovente nell'atmosfera condensazioni o dilatazioni parziali, che cagionano turbini di vento. Una massa d'aria compressa nella nube avrà condensato una parte delle vescicole vaporose, e tendendo a dilatarsi per effetto della sua elasticità, romperà le pareti che la ritenevano. Il vapore condensato cade in fondo della nube per il suo proprio peso. La parete pressata più fortemente in questo punto, si distende, si allunga, schianta e l'aere vorticoso soffia lanciando da tutte le parti la pioggia, seguendo una superficie scarica elettrica. Sgrondata l'acqua, le pareti della nube si richiudono, e l'aere compresso di nuovo si cerca

un'altra uscita nella seconda tromba, fino a che non sia dissipata. Questa spiegazione parmi tanto conforme all'aspetto del fenomeno, che non credo aver bisogno di nuove prove per dimostrare, che la tromba ha qui qualche analogia con una tromba premente, che produce un getto d'acqua che l'aere vorticoso sparpaglia intorno.

» Ho veduto nel Mediterraneo, e soprattutto nei mari situati frai tropici, trombe cariche d'elettricità e lancianti lampi: alcuna volta il fulmine le solcava in tutta la loro altezza, e serpeggiava nel loro seno infino al mare: ma prescindendo dal prestigio onde l'immaginazione involuppa ancora le trombe, che resta di straordinario a questo fenomeno più di una nube che lancia la folgore? I navigatori hanno sovente occasione d'osservare questa meteora nei mari equinoziali, alla fine di una calda giornata; e le trombe, per la loro forma allungata come un parafulmine, devono servire di scaricatori dell'elettricità ammassata nelle nubi alle quali attengono.

» Inquanto alle *trombe ascendenti*, bisogna riflettere, che quando una corrente di fluido incontra nel suo cammino una superficie, un corpo qualunque resistente, cambia direzione facendo l'angolo riflessivo uguale all'angolo d'incidenza; e se su questa nuova via un altro ostacolo si presenta, la sua direzione è nuovamente alterata: ciò vedesi facilmente sulle sponde delle riviere e sui lidi del mare. — Lo stesso ha luogo nelle correnti atmosferiche: se un turbine di vento cade sulla superficie del mare, seguendo una direzione inclinata all'orizzonte, si riflette; ma siccome nella sua caduta ha turbata la tranquillità dell'acqua, se è abbastanza forte per sollevare le onde, le cuopre di spuma, e nella nuova via che prende trasporta seco lui questa spuma, e molecole d'acqua più o meno tenui secondo la forza d'impulsione. Questi turbini di vento, procedono in giro spirale, e carichi delle spume del mare formano le trombe ascendenti.

» Navigavamo un giorno sulla costa di Spagna, non lunge dal capo di Gata, ed eravamo vicini a superarlo per quindi entrare nello stretto di Gibilterra: il barometro era altissimo, segnava ventinove pollici; il venticello spirava incerto; l'aere era secco e caldo, e di tanto in tanto delle raffiche scendevano dalle montagne: il cielo mostrava quell'azzurro brillante che non si mira che sotto il clima dell'Andalusia. — Tutto ad un tratto, una violenta agitazione si mani-

festò nell'atmosfera; il vento piombò su di noi con uno strepito simile a quello di un bosco agitato dalla tempesta, e ci trovammo quasi istantaneamente avviluppati tra le trombe: a dritta ed a stanca, davanti come di dietro, ne contammo fino a sette di grandezze diverse, tutte elevantesi dalla superficie del mare, ed ascendenti a cono rovescio, onde la sommità era da prima tangente all'acqua, e la base vagamente terminata nell'aere. Queste colonne vaporose, in mezzo delle quali i raggi del sole si riflettevano e si rifrangevano in mille sensi diversi, tracciando sulla loro superficie spirali irregolari, ora risplendenti di bianchezza, ora colorate dalle vaghe tinte dell'arco baleno, e tutte scintillanti alla sommità, perchè colà le molecole acquose erano più pressate, presentavano uno spettacolo veramente nuovo e bellissimo.

» La nave da guerra francese lo *Zebro*, navigando da Tolone a Navarino, fu, non è guari tempo, sorpresa anch'essa da una tromba di questa specie: la sua azione fu così rapida, che il pilota non ebbe il tempo di far chiuder le vele: il vento, ch'era fortissimo, portò via due alberi di gabbia, gettò alcune gocce d'acqua sul ponte, ed un momento dopo lasciò la nave in una calma quasi perfetta.

» Queste trombe sono evidentemente simili alle trombe di sabbia che sovente s'incontrano nei deserti dell'Africa e dell'Arabia, e che procedono cariche delle più tenui particelle di arena che il vento seco trasporta, e solleva in colonne a grandi altezze.— Qualunque di voi, o lettori, ha certamente osservato trombe di questa specie, sebbene su proporzioni immensamente più piccole, nelle nostre strade dopo una giornata calda, quando l'azione continua del sole ha reso leggiera la polvere: questa ascensione della polvere, della sabbia, della spuma e delle tenui molecole dell'acqua è dovuta all'impressione del vento: — insisto su questa spiegazione, perchè alcuni viaggiatori hanno creduto vedere in questo fenomeno, un succiamento delle nubi analogo a quello delle trombe aspiranti.

» È raro che gli uragani delle Antille o de' mari dell'India non sieno accompagnati da trombe: e cosa sono infatti quelli spaventevoli tifoni del mare della Cina, conosciuti dai Cinesi sotto il nome di *Lyfoongo* se non che trombe, ma trombe immense, terribili, che, rompendosi, finiscono in un colpo di vento violentissimo?

» Io non darò il nome di trombe a quei vapori del mattino, che il sole eleva dal mare, girano coi venticelli, ed ascendono con moto spirale nelle superne regioni dell'atmosfera; perchè allora bisognerebbe dare lo stesso nome al fumo che s'eleva dalle gole dei nostri cammini, e procedendo con identico moto perdesi nell'aere ».

Fino qui il Pagès. — Diam fine a questo discorso sui venti e sui fenomeni ch'essi presentano, facendo osservare, che forse può considerarsi come analogo al fenomeno delle trombe il fatto osservato sono alcuni anni dal Macerone, il quale tenderebbe a provare, che in certe circostanze l'elettricità può passare dall'atmosfera in seno alle acque del mare. Il 10 giugno dell'anno 1830, quell'uffiziale era sur un naviglio a cinquanta leghe da Algeri, e scorse, verso le ore dieci della sera, mentre il cielo era carico di nubi elettriche, una serie di vivissimi lampi all'orizzonte dalla parte d'Algeri: strisce di luce cadevano verticalmente nel mare a circa un miglio dal navilio; quando tutto ad un tratto, cinquanta metri almeno dal bastimento, le strisce luminose si seppellirono nel mare fino ad una profondità che le facea perder di vista. Questi lampi parevano occupare uno spazio di un miglio quadrato, e si ripetevano ogni minuto secondo, e durarono a vedersi nell'acqua anche per alcuni minuti dopo che cessarono i lampi atmosferici. Il moto delle nubi avendo condotto alcuni lembi di esse sopra l'elettricità sottomarina, successer subito violente scariche, che produsser la caduta di torrenti di pioggia e posero fine al fenomeno. — Potremmo citare un numero assai grande di osservazioni analoghe fatte su diversi punti del globo. . .

In generale, chiamansi *trombe marine* quelle che compariscono o in alto mare, o presso le coste; *trombe d'acqua*, quelle che mostransi sopra i laghi e le riviere; *trombe d'aere*, quelle che percorrono la terra con più o meno rapidità. — Ma tutto ciò che abbiamo potuto raccogliere su queste differenti specie di trombe, mostra ad evidenza, che le sono il risultato delle medesime cause, le quali producono i medesimi effetti: è una sola e stessa potenza, che s'esercita ora sulle acque per sollevarle in colonne alte alcuna volta fino mille e due mila piedi, ora sul suolo per scavarne la sabbia, spezzare gli alberi, sollevarne i frammenti fino alle nubi.

Come mai questa potenza , alcune volte veramente prodigiosa , può nascere nel mezzo dell'aere? — Questo è un problema, convien dirlo, cui la scienza non può dare alcuna precisa risposta. Di tutte le conghietture vaghe ed arrischiate che si possono fare circa l'origine di questa meteora, forse la meno inverosimile è quella, che la riguarda come un turbine d'eccessiva intensità.

Ma qualunque discussione su questo argomento è ancora immatura: bisogna ancora moltiplicare le osservazioni, e comprovare con maggior precisione tutte le circostanze di questi fenomeni. . .



A P P E N D I C E

INTORNO AI VENTI UMIDI E SECCHI.

Supponiamo tutti i punti della terrestre superficie allo stesso livello, sferico, ellittico, angolare o di forma qualunque; e supponiamo da un polo all'altro, e nella direzione del meridiano dell'osservatore, un muro più alto della superna regione dei vapori atmosferici: — è evidente, che il vento perpetuo di levante, scorrendo sull'orizzonte, urterà ad angoli retti la faccia orientale del muro medesimo, e che l'aere che costituisce la materia di questo vento, non potrà continuare il suo corso verso ponente senza innalzarsi al di sopra di quel muro per superarlo, e senza passare pella regione dell'atmosfera onde la freschezza e la rarità non le permettono di sostenere vapori: — in quella elevata regione l'aria sarà omogenea e pura, poichè, salendo, ha abbandonato tutte le sostanze estranee ond'era carca e satura, le quali dicesi che ordinariamente costituiscono il terzo della sua massa.

Queste sostanze estranee onde l'aere si sgraverà superando il muro, precipuamente costituiscono la materia delle piogge. Dunque questo vento di levante sarà piovoso all'oriente del muro, perchè da quella parte egli s'innalzerà, si rarefarà, si raffredderà, e conseguentemente deporrà quanto conteneva, e non può a quell'altezza più ritenere.

Dipoi, questa medesima aria, dopo essersi così purificata, discendendo dall'alto del muro per continuare il suo cammino verso ponente, riprenderà a poco a poco il suo calore e la sua densità, che le renderanno la sua prima forza aspirante e ne rifaranno un me-

struo avido di quanto può saturarla di nuovo; assorbirà quindi tutto ciò che troverà d'evaporabile, fin a che non siasi satollata d'umidità, per cui, dopo aver passato il muro, la sarà disseccante.

Nello stato di cose che consideriamo, lo stesso vento orientale sarà dunque eccessivamente piovoso a Catanzaro sull'Ionio, eccessivamente secco a Santa Eufemia sul Tirreno: — correndo verso ponente per compiere la sua rivoluzione attorno alla terra, l'aere all'oriente del muro che tenta di salire rarefassi, raffreddasi, depone quanto porta d'estraneo e quanto assorbì sulla terra e sui mari; quindi discende perfettamente puro dall'alto della muraglia, oltre la quale dissecca tutto per racquistare quanto ha perduto: — se questo vento fosse perpetuo, addurrebbe su Catanzaro un continuo diluvio, e produrrebbe a Santa Eufemia una siccità assoluta, quantunque queste due città non sieno distanti che sette leghe.

Il fenomeno sarebbe lo stesso in senso contrario, se il vento prendesse opposta direzione: l'aere venendo da ponente, s'innalzerebbe, si rarefarebbe, si raffredderebbe, deporrebbe la pioggia a ponente del muro: — poi, discendendo, si condenserebbe, si riscalderebbe, sarebbe perfettamente disseccante a levante: Santa Eufemia avrebbe una pioggia continua, Catanzaro una eterna siccità; poichè in generale, l'aere è piovoso quando s'innalza, secco quando discende, qualunque sia la sua direzione quando è saturato.

Ho detto che l'aere si rarefa e al tempo stesso si raffredda a misura che s'eleva: ascendendo dal livello de'mari alle sommità della cordilliera delle Ande, perde circa 45 gradi di calore secondo le relazioni del Condamine e del Bouguer. Ora, questi 45 gradi, secondo l'Amontons, non sono altro che l'ottava parte del calore messo dalla Natura in deposito perpetuo nella crosta della terra, e conseguentemente nell'aere respirabile; e perchè le contrazioni e dilatazioni dell'aere seguono i rapporti del calore che racchiude, l'aere non deve contrarsi che d'uno ottavo ascendendo dall'Atlantico sulla montagna del Pichinca nella cordilliera suddetta: ma siccome sul Pichinca l'aere sopporta un peso minore della metà di quello che comprime la superficie de'mari, deve per conseguenza acquistarsi un volume doppio di quello che ha sui mari: — riducendo alla stessa denominazione quest'ottavo e questo doppio, avremo $\frac{16}{8}$ per il volume

aumentato dalla diminuzione del peso, e $\frac{2}{8}$ per la quantità che il freddo toglie a questo volume acquistato; sottraendo quest'ultima frazione dalla prima, troveremo il volume dell'aere sulla montagna del Pichinca di $\frac{16}{8}$, ossia $\frac{7}{4}$. — L'aere elevandosi sulle montagne, si rarefa e si raffredda al tempo stesso; poichè il suo volume che è come 4 a riva il mare, diviene 7 sul Pichinca, fatta ogni compensazione tra il peso ed il calore.

Secondo l'esperienze del Leroy, l'aere non si raffredda senza perdere della proprietà dissolvente, e secondo le esperienze di tutti i fisici, l'aere non si rarefa senza perdere della sua virtù dissolvente. Or, non può elevarsi nell'atmosfera senza diventar più freddo e più raro, e senza perdere, per questa doppia ragione, la proprietà che ha di sostenere sostanze eterogenee nello stato di dissoluzione. Se partendo dal lido del mare, è saturato quanto può esserlo di umidità, non può elevarsi nè d'una tesa, nè di un pollice, senza lasciarne una qualche parte; poichè non può elevarsi senza perdere una parte del calore e della densità che lo rende dissolvente: deporrà dunque la nebbia, la nube e la pioggia, nella sua ascensione, fino a che non sia pervenuto a quella altezza in cui la sua rarefazione ed il suo raffreddamento lo mettono fuor di stato di tenere in dissoluzione alcuna sostanza cognita: ed innalzandosi ancora, egli non deporrà più nulla, perchè egli avrà tutto depositato.

Il Bouguer, nella sua opera sulla Figura della Terra, fissa a 4400 tese sul livello del mare la estrema altezza de' vapori: forse quel computo è esatto; ma in qualunque modo, serve per fissare le nostre idee: basta pel nostro scopo stabilire, che i vapori non potrebbero innalzarsi per varie leghe, perchè colassù troverebbero un aere troppo raro per sostenersi come mezzo, e troppo freddo per sostenersi come mestruo: laonde, qualunque estrema elevazione attribuisca ai vapori, la non potrà essere molto al di sopra del termine fissato dal Bouguer.

Secondo dunque questa ipotesi, il muro che abbiamo immaginato, avendo, per esempio, 4400 tese di altezza, l'aere non potrebbe superarlo senza purificarsi totalmente, e ridiscenderebbe dall'altra parte perfettamente puro. Se questo muro non avesse che 2000 tese, l'aere, pressato da un vento qualunque, potrebbe superarlo rarefacendosi, raffreddandosi nello elevarsi, ma deponendo meno

che nel primo caso: ciò nondimeno e' sarebbe sempre umido salendo, secco nel ridiscendere. Supponendo questa muraglia alta 1000 tese, l'aere, venendo, per esempio, dalla parte di levante s'eleverà, si rarefarà, si raffredderà e deporrà per conseguenza l'acqua: sarà umido, piovoso avanti di passarla, disseccante dopo averla passata, ma meno ancora che nel caso precedente, poichè s'innalza la metà meno. Riduciamo finalmente a 100 tese l'altezza della muraglia, l'aere, perfettamente saturato di umidità avanti di elevarsi, correndo alla volta di lei non la oltrepasserà senza rarefarsi, raffreddarsi e deporre tanta acqua, quanta questo cambiamento gl'impedirebbe di sostenerne, e formare la nebbia, la nube, la pioggia avanti il passaggio, e quindi produrre la siccità: — ma la pioggia e la siccità non potrebbero essere così considerevoli nè così sicure, come nel caso precedente; sempre dunque, a cose uguali, l'aere deve essere più disposto all'umidità quando sale, alla siccità quando discende. Ma in generale, più l'ascensione e la discesa dell'aere saranno considerevoli, più saremo sicuri di trovarlo umido quando sale, secco quando discende.

Queste considerazioni, fin qui puramente teoretiche, forniscono però fin d'ora allo spirito una bella genealogia di fatti: — egli vede in qualche modo i venti correre irregolarmente sul globo per innaffiare tutti i paesi che incontrano avanti di superare i muri diversi che chiamiamo catene di montagne, e per disseccare quelli che trovano dopo questo passaggio; — vede conseguentemente i continenti e le grandi isole irrorate da ciascun vento che loro viene dal mare da una parte soltanto, e disseccate dalla parte opposta da questo medesimo vento; — e già è in grado di concludere, che piove assai più sulla terra che sul mare, sendo che la terra ha molti di questi muri, che rendono l'aere e i venti umidi e piovosi, mentre il mare non ne ha alcuno. I venti non ponno proceder di un tratto sulla terra, venendo da'mari, senza innalzarsi, senza disporsi alla pioggia; ma in vece potrebbero correre mille anni sulla superficie dell'Oceano, senza che sieno obbligati d'innalzarsi, di rarefarsi, di nulla deporre, per questa assenza nei mari delle montagne.

Ciò comprovato, applichiamo la teoria ai diversi venti che spirano su spazi immensi della superficie del globo; e prima sul vento perpetuo d'Oriente, che regna nella zona torrida. L'esistenza di

questo vento è stata dimostrata dai lavori di mille uomini esperti, che hanno perfino valutata la celerità media di esso. È riconosciuta dai nocchieri, che tutti prendono, per quanto possono, la via occidentale per profittare del suo soffio nei grandi viaggi, il quale, in vari modi riflesso dai liti del Brasile, della Plata e della Patagonia, accompagna le vele delle navi fino al Capo Horn: alcuni naviganti hanno tenuta questa via anche per andare alla Cina ed alle Indie in vece di passare pel Capo di Buona Speranza, e quantunque il viaggio sia immensamente più lungo ciò nondimeno il tempo impiegato fu alquanto più breve, atteso il sussidio del soffio perenne di detto vento orientale ed il favore delle marine correnti. Il Dampierre ha ripieno di queste vedute il suo eccellente trattato de' venti, che termina il secondo libro de' suoi viaggi attorno il mondo. Il d'A. prè's ne ha fatta la base del suo itinerario delle Indie; ed il più infimo de' piloti, ed i passeggeri eziandio, non hanno alcun dubbio su questo fatto universale.

Questa corrente aerea, investe ad angolo retto la catena di monti che forma la spina dorsale del Nuovo Mondo, la più alta che si conosca in quel continente, la quale prolungasi, pel suo tronco e pei suoi rami, dallo stretto di Magellano fino alle coste boreali del Labrador: verso Quito, il Perù e la Bolivia ella ha un'elevazione media più considerevole che altrove, che può valutarci a circa 2000 tese. L'aere, che dall'oriente affluisce verso questa montuosa regione, che prende il nome di cordilliera delle Ande, non può oltrepassarla senza elevarsi, rarefarsi, raffreddarsi, e senza deporre conseguentemente le materie per lui assorbite e delle quali s'è impregnato strisciando sull'Atlantico. Questa secrezione, permanente come il soffio del vento di levante, intertiene all'oriente della cordilliera, non dico piogge, ma un diluvio, onde non cessano di parlare il Bouguer, il Condamine, l'Ulloa, nelle relazioni de' loro viaggi al Perù, e tutti coloro che hanno scritto su quelle recondite contrade in qualità di testimoni oculari.

L'aere orientale, dopo aver lasciato, correndo, questi depositi, che fanno del fiume delle Amazoni il più gran fenomeno della terra, discende di sulla cordilliera nel Perù, per continuare il suo cammino naturale verso ponente. Egli ha perduto tutto; è puro e secco; laonde a misura che scende aspira, contraesi e si riscalda. Avendo

racquistata tutta la facoltà di assorbire che aveva avanti d'innalzarsi, attrae tutti i vapori che trova nelle campagne del Perù fin presso ai lidi del Grande Oceano; e quei vapori accorrono in questo mestruo coll'impetuosità de' liquidi, che tendono ad equilibrarsi anche da gran distanza, s'insinuano ne'suoi interstizi, scompariscono come tutte le sostanze in stato di dissoluzione: però il vento orientale è d'una estrema siccità in quei vasti paesi, ove cerca di nuovo saturarsi di acqua.

In questa guisa, lo stesso vento orientale è eccessivamente piovoso avanti di superare il gran muro di monti appellato la cordilliera delle Ande, ed eccessivamente secco dopo averlo passato: e ciò avviene perchè quel muro immensamente elevato, obbliga l'aerea corrente ad entrare in una regione in cui non può serbare quasi nulla d'estraneo. Quanto ei fu piovoso salendo, tanto è secco discendendo: quindi cerca di prendere sul fianco occidentale del muro altrettanta materia acquosa quanta ne ha perduta da levante. — Da prima è prodigo senza misura, poi avido senza misura: e' sarebbe meno esigente se avesse meno dato.

Il Senegal, uno dei maggiori fiumi dell'Africa, non è da paragonarsi pella lunghezza del suo corso, che aggiugne a sole 350 leghe, e pella ampiezza del suo bacino, al fiume dell'Amazone in America; ma certamente, dovrebbe stargli in una proporzione molto più vantaggiosa, mentre pella copia delle acque appena è comparabile a una delle riviere di second'ordine tra quelle confluenti nel detto fiume delle Amazoni; ed eccone la prova: — l'Adanson, nel suo Viaggio in Senegambia non dà al Senegal, presso alla sua foce, che 300 tese di larghezza, 30 piedi di profondità ed un declive di circa $\frac{1}{2}$ pollice per lega; ciò che non forma un pollice di celerità per secondo, nè forse una linea, a causa dell'attrito; mentre i moderni viaggiatori danno all'Amazone, a circa 120 leghe dalle sue fonti, più di 130 tese di larghezza, 30 piedi di profondità e 7 e mezzo di celerità per minuto secondo. Appellando dunque 20 la larghezza del Senegal, 1 la sua profondità, 1 la sua celerità, possiamo chiamare 9 la larghezza dell'Amazone, in quel punto del suo corso, 6 la sua profondità, 90 la sua rapidità. Poi moltiplicando le tre frazioni di ciascun fiume avremo: $20 \times 1 \times 1 = 20$ pel Senegal, e $9 \times 6 \times 90 = 4860$ pel Amazone. — La massa

delle acque del Senegal sta dunque alla massa delle acque dell'Amazone, come 20 a 4860, o per modo più semplice, come 1 a 243.

Ma una osservazione che dà un rapporto assai più sorprendente si è questa: che la misura della larghezza dell'Amazone si riferisce ad un punto del suo corso nel quale niuna causa, fuori delle piogge, può gonfiare la sua corrente; invece che l'Adanson misura il Senegal in un luogo in cui le maree rendono il volume delle sue acque almeno quintuplo, e gl'impediscono di scorrere per la metà della durata delle medesime: laonde la massa apparente del Senegal è decupla di quello che sarebbe senza maree. L'Amazone contiene dunque 2430 volte il Senegal.

Finalmente, quella larghezza dell'Amazone non è che a 120 leghe dalla sua sorgente, invece che il Senegal, alla sua foce, ha percorse 550 leghe. La loro lunghezza, nei punti misurati, sta dunque appresso a poco come 3 a 1; e siccome i bacini dei fiumi seggono in generale il rapporto de' quadrati, il bacino del Senegal starà a quello dell'Amazone, fino al punto per noi considerato, in rapporto di 9 a 1. Ora, se uno spazio 9 volte più grande fornisce 2430 volte meno d'acqua, deve piovere sul primo 21,870 volte meno che sul secondo.

Questa differenza incredibile non è difficile a concepirsi. I due fiumi sono diretti in sensi opposti, parallelamente all'equatore, e nella zona torrida: — l'Amazone corre da ponente a levante, il Senegal da levante a ponente. Il vento orientale entra per la foce nel bacino dell'Amazone ed in quello del Senegal per le sorgenti: laonde e' s' eleva, si rarefa, si raffredda, deposita dalla sua entrata nel bacino del primo fiume fino alla sua uscita al di sopra della cordilliera, l'acqua che ha assorbita sull'Atlantico, per cui è piovosissimo; mentre accade tutto al contrario rispetto al Senegal: quel vento orientale non entra nel dominio di questo fiume che dopo aver deposto, nel passare sulle superficie orientali delle montagne della Nigrizia, tutto ciò che aveva potuto aspirare sui mari dell'India e sui grandi laghi dell'Africa interna; entra tutto purgato nell'alveo del Senegal, ove discende, si condensa, si riscalda, riprende tutta la sua forza aspirante, succhia, come farebbe una spugna inaridita, quanto trova d'evaporabile o di evaporato, porta una perfetta serenità, una continua siccità, e brucia e divora la vegetazione di

queste grandi regioni dell'Africa Occidentale perchè è al tempo stesso inaridito dal suo passaggio sulle eminenze etiopiche, e potentemente riscaldato dai fuochi del zenith.

Laonde il Senegal è quasi sempre esausto di acque: e non sussiste che di piogge che una sola volta l'anno, e per alcune cause passeggiere, cadono nelle parti superiori del suo bacino: e vien meno più volte e rinasce nel suo corso sotto l'influenza di questo vento orientale, che al dire dell' Adanson è così secco di sua natura, che inaridisce la pelle pria che il sudore abbia tempo di comparirvi. — » Io sanguinava, sono parole di quel detto viaggiatore, e non potevo sudare; i miei stivali creparon bentosto e bruciarono, anche avanti l'ora del mezzogiorno, atteso l'ardor delle sabbie: — il termometro segnava 26 gradi nelle notti di aprile (senza dubbio nel tempo dell'aurora); da 30 a 32 sulla via del Podor, lunghezza il fiume e durante la notte, dal primo al 10 novembre: — il 4 luglio 1751, in un'isola del fiume, un termometro, immerso nella sabbia esposta al sole, dalle ore 10 antimeridiane alle 3 vespertine segnò 60 gradi $\frac{1}{2}$!! — Infatti in un cielo sempre sereno, attraverso ad un aere sempre puro, i raggi solari devono agire in piena libertà ed ammassare ardori divoranti su questi mari di sabbia.

La Senegambia è precisamente nello stesso caso del Perù, per rapporto al vento orientale. Questo vento arriva nelle due contrade dopo essersi interamente scaricato di acque nel passaggio dei monti: laonde il Perù è un paese secco come la Senegambia, e le sue riviere povere d'acque come il Senegal. Vediamo fra queste due regioni lontane, ma similmente assise rapporto all'equatore ed alle montagne, una nuova conformità prodotta da questi due venti.

L'aere, che quasi puro discende dall'alto delle montagne dell'Abissinia, della Negrizia Settentrionale e della Negrizia Occidentale nella regione del Ssahara e nel bacino del Senegal, porta dunque su quelle contrade una virtù talmente aspirante, che non potendo trovare acqua per saturarsi, attrae la sostanza delle terre vegetali; quel mestruo, divenuto tanto più avido d'umidità in quanto che è armato di tutto il calore di un sole quasi continuamente perpendicolare, distacca da prima violentemente da queste particelle composte i principi più volatili, quindi quelli che lo sono meno, ed al tempo stesso anche delle particelle grossolane: nè ciò è da meravi-

gliare perchè anche ne' nostri climi, l' aere aspira perfino la terra vetrificabile che ricade quindi colle piogge.

Le più sottili di queste particelle terrestri, tolte presto e di continuo dal vento orientale vuoto ed ardente, non solo, come dicemmo, alla Senegambia, ma a tutta l'Africa Occidentale e specialmente al Gran Deserto, si disperdono nell' atmosfera, sono spinte con essa nella direzione di ponente, le più gravi precipitansi nell' Oceano, le più tenui si mescolano, combinansi cammin facendo colle acque che questo vento ardente aspira di sull'Atlantico, e vanno a precipitarsi nell'America equinoziale, ove il vento non può passare senza abbandonare tutto ciò che porta.

Tutto questo succede principalmente verso l' Orenoco e l'Amazzone, perchè nell' emisfero boreale i venti alisei, soffiando da greco, portano direttamente verso que' fiumi quanto di acqua tolsero all' Africa Occidentale, e non lasciano quasi nulla sull' Atlantico, dove al contrario producono una grande aridità: quanto aspirano, dal loro passaggio per le montagne della Negrizia Occidentale, ove il Senegal ha le sorgenti, fino al loro ingresso nell' America, viene quindi abbandonato nei bacini dell' Orenoco e dell' Amazzone.

Le particelle terrestri, che quest' aere inaridito non può torre al Deserto, sono, solamente per questo, le più aderenti, le più voluminose, le più dense; costituiscono grani di arena estremamente duri, fra i quali le semenze non potrebbero in verun modo vegetare anche quando godessero di una moderata temperatura: però questa parte disgraziata dell' Africa non è altro che un oceano di sabbia di cui le onde, stranamente agitate dai venti, inaghiettono numerose carovane che tentano di traversarle, o seppelliscono intere tribù qua e là disperse su terreni coltivabili, come in delle isole. Trasportati sulle ali formidabili delle tempeste, questi turbini di arena sono quasi le sole nubi che veggansi sullo infuocato orizzonte del Deserto: s' allungano verso il zenith, si dividono, si riuniscono, s' addensano, agitate nell' aere da una mano invisibile, e oscurano il sole nell' ora del mezzogiorno; quindi, spinte dal tifone, vanno ad ammassarsi in mezzo alle pinnacole, per involarsene il giorno appresso e lasciar degli abissi nel sito ove avean formato delle colline.

Il Dampierre, nel suo Viaggio attorno il Mondo, ci dice, che dopo avere oltrepassato il Capo Bianco i navigli sono assaliti verso

le coste della Senegambia da un uragano di sabbia rossa, che impedisce ai marinari di scorgersi fra loro; i ponti ne sono coperti, e le vele tinte di rosso: — ed è da notare che questo non è un avvenimento accidentale, ma una specie di fenomeno continuo, effetto del vento orientale, che per cotal modo annunzia ai viaggiatori i guasti che fa nel continente Africano; il Dampierre non dice: i vascelli furono assaliti, ma *sono*; dunque questa è la regola ordinaria.

Laonde, da che l'Africa esiste, i venti orientali producono un turbine di sabbie quasi perpetuo, denso, vastissimo, e questo turbine depona nell'Atlantico le parti più crasse e pesanti della sabbia, le quali sono spogliate di ogni consistenza dopo aver perduto tutte le particelle oleaginose ad esse involate da un aere secchissimo: ma questa sabbia tolta via, lascia allo scoperto gli strati interni del terreno, i depositi calcarei, argillosi, ec., dell'antico mare, i quali questo istesso aere corrode, per aver sempre della sabbia da far volare verso l'Oceano: di guisa tale che, e'vi trasporta per così dire e seppellisce l'Africa.

L'Adanson, nel principio del suo Viaggio al Senegal, ci assicura più volte, che le rive di questo fiume non sono che una pianura immensa di sabbia, bassa tanto quanto quasi le sue sponde: e ciò deve essere, poichè quella valle è continuamente rasata dai venti orientali che portano le sue terre nel mare.

Il Perù australe è come la Senegambia, un mare di sabbia interrotto da alcune isole d'un terreno proprio ad una cultura languente; neri turbini di questa sabbia s'innalzano volteggiando dall'orizzonte per sotterrare sotto la loro massa i viaggiatori e ingombrare le strade: gli stessi abitanti di quelle regioni, non hanno in mezzo a questi mari di sabbia, o scavati o ripieni o spianati dai venti, altra guida che la bussola, e camminano collo scandaglio alla mano per non rimanere inghiottiti in qualche fondo di arena nuovamente formato.

Le stesse cause producono gli stessi effetti. Il Perù, situato come la Senegambia rispetto al vento generale di levante, è continuamente in preda di questo vento, che discende puro del tutto dall'alto della cordilliera; e non trovando acqua nelle pianure, saturasi, più presto che può, di quanto il caso presenta alla sua avidità:

quivi dispoglia la terra di quanto ha di volatile, e non lascia che la materia secca della sabbia, e delle selci, rendendo il Perù tanto arido quanto quasi la Senegambia.

Nondimanco, al Perù gli uomini non sono neri come al Senegal, poichè l'aere, discendendo dalla cordilliera, conserva una parte della freschezza che ha contratta in questo seggio delle eterne nevi; invece che discendendo da assai minore altezza per entrare nel Senegal, s'è meno raffreddato: fa dunque meno caldo al Perù che nel Senegal, ed i Peruviani non sono tanto scuri quanto i Senegambiesi, che attengono alla razza Negra: d'altronde quest'aere non scorrendo che poche leghe giù pel fianco stretto e ripidissimo del Perù, non ha il tempo di contrarvi lo stesso calore che acquista nel bacino del Senegal, onde la lunghezza è di 600 miglia. Finalmente per un certo tempo del giorno e dell'anno, il Perù è garantito dall'effetto dei raggi diretti del sole per mezzo di una nube detta *garua*, portata dai venti del mezzogiorno; invece che i Negri, non vedendo quasi mai nubi nel cielo, sono occupati a maledire il sole, onde l'ardore divora e loro e la terra che li vide nascere: poichè essi ignorano che ciò non dipende dal sole, ma sibbene da quelle montagne orientali, che intercettano i veli di cui egli sa cuoprirsi negli altri climi.

Vedremo quanto prima perchè i venti non depongano nè piogge, nè nubi in tutta la lunghezza della Nubia e dell'Egitto; per cui le terre che il Nilo colle sue proprie onde non feconda, sono, in generale, come nel Deserto, nella Senegambia e nel Perù, pure sabbie, disseccate da tutti i venti, meno da quei che spirano dalle parti boreali: sendochè gli australi vi discendono dopo essersi purgati dell'acqua innalzandosi sulle alte catene dell'Abissinia; gli orientali dopo aver scaricata la loro umidità sulla catena che sorge fra il golfo Arabico ed il Nilo; e gli occidentali dopo averla deposta sull'Atlante.

Questi venti, e i loro intermedi, distillati in tal guisa avanti di arrivare in Nubia ed in Egitto, vi discendono avidi d'acqua, come abbiamo notato, del vento orientale relativamente alla Senegambia ed al Perù: il perchè vi assottigliano la terra, e non vi lasciano che voragini ambulanti di sabbie; le quali, ne' vecchi tempi, seppellirono in brevi istanti la maggior parte dell'esercito di Cambise, mentre

Alessandro le sfidò colla sua fortunata temerità; ma ancora al presente seppelliscono le carovane, che per prevenire questo pericolo, prendono le precauzioni, le vie, ed i momenti più propri a garantirsiene.

Posso trovarsi sulla terra delle regioni di sabbia formate da tutt'altre cause, come in Persia, in Arabia e nella Turcomania, all'oriente dal mare Caspio: ma forse le masse di sabbie movevoli sono più moltiplici, più grandi, più fluide, più profonde, nei paesi ove dominano i venti aridi, come credo che questi venti dominino nei paesi circondati da alte montagne; poichè le loro correnti non possono entrare in quella specie di bacini che dopo essersi distillate salendo su le catene che li ricingono; e in quei paesi che quindi percorrono hanno una grande attività corrosiva, perchè cercano ricuperare, a spese di tutto, la materia che hanno perduta, la quale è assolutamente necessaria alla loro saturazione, e tolgono alla terre quando i laghi, i fiumi mancano.

Ma lasciamo da parte queste idee intorno alla generazione delle sabbie nel Sashhara, nella Senegambia, nell'Egitto, nel Perù, ec. ec., e ritorniamo alla teoria de' venti umidi o secchi.—La comparazione del Senegal con una porzione dell'Amazzone, ed in generale dei fiumi dell'Africa Occidentale con que' che scorrono nell'America Orientale, è la prima e forse la più felice applicazione di questo principio, che l'aere è generalmente piovoso procedendo dal mare verso le montagne elevate, secco quando scende da queste al mare. — Seguiamo questo principio in una seconda applicazione ugualmente nocciuta.

I monsoni danno la siccità o la pioggia al Coromandel o al Malabar, secondo la stagione e la direzione in che spirano: il monzone orientale versa ordinariamente un diluvio d'acqua fin che dura sul Coromandel, mentre adduce il sereno al Malabar; poichè venendo dal Mare di Bengala l'aere s'eleva verso la catena dei Gati, la quale procede da borea ad austro fino al capo Camerino, si rarefa, si raffredda e depono le acque sul Coromandel. Dopo aver passato le sommità di questa catena, purgatosi così di quanto conteneva d'eterogeneo, discende verso il Malabar, si condensa, si riscalda, ritorna aspirante, secco, sereno; e questa catena dei Gati ha sovente l'uragano e la notte sulla sua faccia orientale, mentre che sulla oc-

cidentale gode della calma e di un bel sole:— alcuna volta non occorre neppure fare un'ora di cammino per trovare questa differenza.

Ma il mussonne occidentale dà al Malabar la pioggia, ed al Coromandel la serenità, per la ragione inversa; poichè venendo dal mare di Oman quel vento s' eleva sul Malabar fino a che non ha oltrepassato la catena dei Gati, e in quella salita si rarefa, si raffredda e depone. Dopo aver superate le sommità di questa catena, l'aere discende, si riscalda, si condensa e aspira l'umidità sul Coromandel.

In questa guisa, il mussonne orientale dà la pioggia al Coromandel, ed un cielo sereno al Malabar; come il mussonne occidentale dà la pioggia al Malabar e la siccità al Coromandel. L'aere è piovoso sul Malabar o sul Coromandel quando il vento vi passa ascendendo dal mare verso le sommità delle catene dei Gati; è disseccante sul Malabar o sul Coromandel quando vi passa discendendo dalle catene dei Gati al mare: dunque da qualunque luogo egli venga, è umido avanti di aggiugnere su queste montagne, secco dopo averle passate.

L'isola di Ceylan, divisa nella sua lunghezza da un giogo di monti parallelo alla catena dei Gati, il quale prolungasi da borea ad austro e le serve come di spina dorsale, presenta le medesime alternative: i mussoni orientale ed occidentale ivi sono umidi avanti di passar questa giogaia, secchi dopo averla superata; di maniera tale che quando spira il mussonne di levante piove sulla parte orientale dei monti e dell'isola mentre è buon tempo all'occidente; e viceversa piove all'occidente ed è buon tempo all'oriente della giogaia suddetta, nel tempo del mussonne occidentale. Ecco un terzo esempio della regola generale, che un vento qualunque è disposto alla pioggia innalzandosi e alla siccità discendendo.

Citiamone un quarto. Il Gentil, nel suo Viaggio nel mare delle Indie, dice in sostanza: — » che nelle Filippine provasi la stessa varietà di stagione; appresso appoco come nel Coromandel e nel Malabar, e per la medesima causa. — Le Filippine sono un ammasso confuso di montagne, onde le sommità perdonsi nelle nubi: la principale catena procede da borea ad austro come i Gati, e non è interrotta che dagli stretti che separano queste isole. Tale disposizione è la causa delle due stagioni simultaneamente differenti, che

provansi una a levante l'altra a ponente di questa catena. Dal giugno al settembre epoca del musson di ponente, che rende i mari furiosi, piove abbondantemente dalle parti occidentale ed australe alcune volte senza interruzione, per quindici giorni; talchè quelle piogge cambiano le campagne in laghi, mentre dalle parti orientale e boreale della catena fa allora buon tempo. Ma da ottobre a maggio i venti settentrionali soffiano colla stessa furia lunghezza la costa orientale, vi versano la stessa abbondanza di pioggia, producono gli stessi allagamenti, mentre sulle coste occidentali il tempo è buono: di maniera che quando l'aere è secco sur una di queste due coste, è piovoso sulla opposta ».

Questa relazione non ha bisogno di commento, atteso quanto fu di sopra enunciato. Alle Filippine come in America, nell'India, in Africa, ed in tutta la terra, il vento è piovoso salendo dal mare verso le montagne elevate, secco discendendo da queste al mare opposto; ma la sua qualità umida o secca sarà più forte quanto queste montagne saranno più elevate, perchè più l'aere s'innalza più depone, e conseguentemente più si rarefa e si raffredda.

Passiamo ad un quinto esempio, che pur ci è fornito dal Gentil, in una lettera inserita nel detto suo Viaggio.

Ne citiamo il passo più notevole: — » Oh quanto le disposizioni delle forme delle terre cambiano lo stato dell'aere! Invece delle belle giornate, che avemmo dopo il nostro ingresso dalla parte d'austro nella zona meridionale dei venti generali, proviamo, dopo aver scorto a borea l'isola di Giava, frequenti uragani, piogge dirotte, tempi spaventevoli; eppure nella parte boreale dell'isola, godesi in questa stagione di un tempo bellissimo. — Ciò avviene, perchè quest'isola ha verso il centro della sua larghezza una elevatissima regione di monti, che arresta i venti generali di scilocco (i quali investono obliquamente queste alture dirette da levante a ponente), e condensa i vapori che adducono, per cui si formano le nubi e le piogge tempestose, che noi proviamo accompagnate da forti tuoni ».

Piovea dunque eccessivamente ad austro di Giava, mentre l'aere era perfettamente sereno a borea; poichè il musson di scilocco non poteva oltrepassare la catena dei monti di quest'isola senza elevarsi sulla parte australe. Dunque l'innalzarsi, il rarefarsi, il raffreddarsi,

il divenire piovoso, sono per l'aere una medesima cosa; quindi da questa elevata spina dorsale di monti discendendo sulla parte boreale dell'isola, quest'aere omai purgato d'acqua mostrasi arido a misura di quanto ha deposto: ed è secco, aspirante, sereno sulla costa boreale di Giava dopo avere inondato la costa australe.—Questo è quanto verificò il Gentil sui due declivi di questa grande isola.

Tutto dunque concorre a persuadere, che per questa disposizione di cause naturali, l'aere porta continuamente alle terre una quantità d'acqua tolta ai mari, qualunque possa essere la posizione di questi mari e di queste terre; poichè il vento non può procedere dal mare alla terra senza innalzarsi, o più o meno, e senza deporre conseguentemente o in tutto o in parte il suo carico di vapori: così dunque essi forniscono pelle piogge, pelle nevi, pelle rugiade, pelle nebbie, la sostanza delle fonti, dei rivi, dei fiumi e l'alimento della vita; poichè dopo avere oltrepassato i siti eminenti della superficie terrestre, questo vento discende dalla parte opposta con energica forza aspirante, per correre verso altri mari ove l'aere che lo costituisce saturasi nuovamente di vapore. Egli dunque giugne tutto carico di acque dal mare sulla terra, e ritorna per così dire affatto nudo dalla terra al mare: e non passa sulla terra senza pagarle in qualche modo il diritto di pedaggio; e ritorna a prender sui mari di che potere nuovamente pagare. In questa guisa, assorbe e depone alternativamente, in tutta la successione de' secoli.

Il della Caille, in una sua Memoria accademica, ci fornisce una sesta applicazione di questo principio. » Lo scilocco, egli dice in sostanza, soffia per 113 giorni dell'anno al capo di Buona Speranza, o meglio nella città del *Capo*, situata sulla costa occidentale dell'Africa, lontana otto leghe da quel promontorio: questo vento è eccessivamente secco e freddo. — A levante della città sorge un gruppo di monti, ultimo ramo dei grandi tronchi montuosi che attraversano e coronano il vasto rilevato dell'Africa interna australe. Ora, quando lo scilocco è per soffiare, quel gruppo è circondato da una striscia di nubi, le quali innalzandosi appena d'alcuni gradi sull'orizzonte, vi rimangono generalmente immobili; solo quando sono considerevolissime scavalcano il gruppo e discendono nelle valli a ponente di esso: ma questo raramente succede: quando lo scilocco ha soffiato per alcuni giorni senza interruzione, quelle nubi stazionarie di-

minuiscono a poco a poco e scompariscono: alcune volte quel vento comincia a soffiare senza produrre questa meteora ». — Ora ragguagliamo su questo ragguaglio.

Il continente dell'Africa Australe, ha nell'interno un gran rilevato coronato ed attraversato da monti, onde i contrafforti ed i rami si estendono ad ostro infino all'estremo promontorio detto di Buona Speranza: il vento scilocco, che si è saturato di vapori sull'Oceano Australe, non può oltrepassare questi terreni elevati senza innalzarsi, rarefarsi, raffreddarsi e deporre una parte del suo carico sulla faccia orientale di questo elevamento, ove conseguentemente mostrasi umidissimo e piovoso: quindi, dopo essersi così purgato, discende dall'alto di quelle eminenze verso la costa occidentale dell'Africa, si riscalda si condensa, riprende la forza aspirante che aveva avanti la sua ascensione; è un mestruo che ha tanti vuoti quante sono le molecole acquose per lui deposte: vuoti che cercando avidamente di riempirsi, assorbono quanto il mestruo può dissolvere; di maniera che dissecca tutto: — e questo non succede certamente a cagione del suo calore, poichè il della Caille dice, che quel vento è freddo; ma solo perchè e' vuol riguadagnare, discendendo, quanto ha perduto salendo.

Questo vento, innalzandosi sulla superficie delle terre orientali dell'Africa, cuopre di nubi tutto l'orizzonte situato a levante dei monti; e il della Caille, che osservava il fenomeno da ponente, non poteva vedere queste nubi perchè i monti glielo impedivano; la superiore estremità di esse era la sola parte per lui visibile e prendeva a' suoi occhi, per conseguenza naturale delle leggi della prospettiva, la forma di una benda elevata nel basso del firmamento sulla estremità orientale del suo orizzonte.

Diversi fiocchi di questa vasta nube, che appariva come una semplice zona dalla città del *Capo*, venivano alcune volte da questo vento, divenuto furioso, trasportati verso il basso delle valli occidentali: ma l'aere che loro serviva di sostegno essendo più caldo e più denso a misura che discendeva, e conseguentemente sempre più vuoto, come mestruo, li faceva passare dallo stato di vapore vescicolare a quello di perfetta dissoluzione, e a poco a poco dileguavansi: e come quest'aere non avrebbe egli assorbito quei vapori che galleggiavano in sua balia, quando cercava saturarsi inaridendo quanto toc-

cava? Quelle nubi trasportate così dall'impetuosità del suo corso oltre il limite ad esse dalla natura delle cose prefisso, più non bastavano alla sua saturazione, poichè gli mancava tutto ciò che aveva perduto nell'ascensione. Per tal modo, cercando riparare le sue perdite, dopo aver riassorbito le nubi che erano l'eccesso della sua saturazione, quando era rarefatto e raffreddato sulle montagne, egli dissecherà eziandio le fonti, i fiumi e perfino le piante.

» Quando lo scilocco ha soffiato per alcuni giorni, non si vedono più nubi, aggiunge il della Caille ». — Lo scilocco è un vento polare, nell'australe emisfero: partendo dalla zona frigida è freddissimo; ma perchè la forza aspirante dell'aere è, a condizioni uguali, come il suo calore, colà e' non può avere aspirato che pochissima acqua: quindi non può avanzarsi verso il tropico, senza acquistare sempre maggiore calore, senza divenire gradatamente più aspirante; ma se questa sua forza aspirante è maggiore delle materie aspirate, potrà esser partito dalle regioni polari interamente saturato, relativamente al calore che avea, e non esserlo più arrivando al tropico, quantunque abbia aspirato molta acqua nel suo cammino: perchè acquistando un grado più d'avidità, ha bisogno però d'un certo tempo per soddisfarla. L'acqua non s'eleva istantaneamente dalla superficie de' mari a tutte le regioni del vapore, e se l'aere dal polo all'equatore va più celere che l'ascensione di quest'acqua, esso assorbirà sempre, ma sempre sarà affamato: e così deve necessariamente essere, se il suo passaggio sui mari è stato troppo repente. Le acque che ha avuto il tempo di aspirare e di dissolvere, dalle regioni circumpolari alla montagna del Capo, non bastano alla sua saturazione; per conseguenza non può deporvi nube alcuna.

Ond'è, che l'aria che ivi viene dallo scilocco non può mostrarvisi realmente umida e nebbiosa che dopo aver soggiornato o volteggiato sui mari per tutto il tempo necessario alla sua saturazione: lo scilocco non comincia a soffiare nel paese degli Ottentoti orientali, che dopo aver trionfato delle cause che gli fanno violenza, le quali ritenendolo sui mari australi ha ivi il tempo di satollarsi interamente, a misura che il suo cammino verso l'equatore aumenta la sua fame: laonde arriva sulla 'costa dell' Africa nello stato di una spugna interamente inzuppata che il minimo movimento fa sudare, ed innalzasi sulla catena per deporvi la vasta nube onde

il della Caille non vedeva che l'estremità: ma se lo scilocco continua per molto tempo a soffiare, l'aere che aveva molto volteggiato ed era rimasto in stato di stagnazione sull'oceano vicino all'Africa si esaurisce, e quello che arriva in Africa dopo di lui siccome viene rapidamente dal polo per la sua via naturale di scilocco, non ha avuto il tempo di saturarsi, e non può deporre sulla terra ciò che non ha: laonde è freddo sereno ed anche secco all'oriente come all'occidente della catena.

Il d'Après ha notata quella nebbia pressata, densa, grave, permanente, che mostrasi durante lo scilocco sulla parte orientale della Cafreria, mentre che i mari dell'India, che il suo naviglio solcava, godevano di cielo sereno: ma questo succedeva perchè l'aere, mentre per correre sui mari non è obbligato nè ad innalzarsi, nè per conseguenza a depositare vapori, non può fare un passo in sulla terra senza elevarsi; oltredichè è presso i Cafri una catena di monti che l'aere medesimo non può oltrepassare senza considerevolmente ascendere, rarefarsi, raffreddarsi, divenire nubiloso, umido, piovoso, come nel passare di sopra a quel muro citato per modo d'esempio in principio di questa Appendice. Se il della Caille fosse stato in quel momento alla città del Capo, avrebbe veduto, al suo oriente l'estremità di quella nube, che il d'Après vedeva tutta intera al suo occidente verso la Cafreria.

Per mancanza d'osservazioni più particolari fatte sulla costa orientale dell'Africa, profitteremo di quanto ci dice il sopraccitato Gentil intorno alla costa orientale di Madagascar, parallela a quella del Continente e situata nelle medesime circostanze. Non lungi da questa costa di Madagascar, verso il centro dell'isola, è una eccelsa giogaia di monti, alla quale il Gentil, e vari altri viaggiatori, danno 1700 tese di altezza media. Questa catena, veduta dal Forte Del-fino nel mare orientale, nella stagione che spira il vento di grecale, per le dense nubi onde è adombrata apparisce come una gran benda nera. Il Gentil, che la osservò da quel luogo ed in quel tempo, narra che « caddero piogge abbondanti e continue in tutti i giorni, coi venti di scilocco, che si dichiaravano la mattina, col greco levante, che veniva dopo l'ora del meriggio, con l'austro scilocco ed anche col grecale che soffiavano la sera e nella notte »: infatti tutti questi venti sono più o meno obliquamente diretti verso la catena princi-

pale dell'isola Madagascar, la quale non mai oltrepassano senza innalzarsi a 1700 tese, e senza conseguentemente deporre prima le nubi e quindi la pioggia.

Poi, il Gentil dice: » Lo scilocco ed il levante scilocco produssero un tuono continuo nelle montagne e nei dintorni del Forte Delfino; ma, dopo l'ora di mezzodì, il vento boreale cacciò l'uragano ».

E più sotto soggiugne: » — La stagione delle piogge a Foulpointe (sempre sulla costa orientale di Madagascar) è addotta dai venti che soffiano tra austro e scilocco ». — Or tutti questi venti sono costretti ad oltrepassare la catena principale di quella grande isola venendo dall'Oceano Indiano, e per conseguenza sono nebbiosi, umidi, tempestosi sulla costa orientale.

L'osservatore, situato su questa costa o sul mare vicino, mirava tutti questi fenomeni che, specialmente succedeano in quelle alte vallate ove l'aere più bruscamente ascendeva: il Gentil aggiugne, che il vento boreale cacciò l'uragano, sendo che questo vento traversa la catena prima di arrivare a Foulpointe, e discende dall'alto dopo essersi scaricato della sostanza delle nubi: — similmente il Gentil dice, più generalmente, » che la siccità a Foulpointe avviene nella stagione de' venti che soffiano fra borea e maestrale »; e notisi ch'essi non arrivano a Foulpointe che dopo essersi purgati superando la catena. Laonde il Gentil stabilisce queste due regole: che i venti fra grecale ed austro sono piovosi a Foulpointe, vale a dire innalzandosi sulla catena; e che i venti opposti, che soffiano fra borea e maestrale, sono asciutti a Foulpointe, vale a dire discendendo da questa catena. — Ella fa dunque, anche a Madagascar, le voci del muro supposto in principio di questa Appendice per spiegare la teoria de' venti aridi e secchi: rende piovosi i venti che vanno alla volta di lei, secchi quelli che discendono dall'alto dalla medesima.

Tali particolarizzate e precise osservazioni, compiono la relazione del della Caille, il quale, non avendo veduto la costa orientale dei Cafri non ne poteva dir nulla: ma siccome questa costa è nel medesimo aspetto della costa orientale di Madagascar, quanto ci viene insegnato rispetto all'una è da riferirsi a quanto succede nell'altra.

Ciascuna di queste osservazioni, come qualunque delle mille che su questo tema potremmo attingere nelle narrazioni de' viaggiatori, ci insegna dunque che sempre i venti di opposta natura, che soffiano in un medesimo luogo, provengono da punti dell'orizzonte appresso a poco opposti. Vedemmo lo scilocco secco, ed il ponente umido per il Capo, stazione del della Caille; e al contrario, l'austro umido, ed il maestrale disseccante a Foulpointe, stazione del Gentil, e sempre, secondo che questi venti procedono dall'osservatore verso la regione montuosa, o da questa verso l'osservatore.

E per accennare dei venti piovosi ed asciutti in Italia, diremo, che quelli che spirano tra libeccio e scilocco sono o più o meno piovosi sui lidi continentali dei mari Ligustico e Tirreno, da Nizza al Faro, e su tutte le peninsulari province appoggiate sulle pendici austro occidentali dell'Appennino, perchè da essi le sono investite più o meno direttamente: mentre oltre il crino di questa lunga giogaia di monti, nelle regioni Padana ed Adriatica, essi adducono generalmente la serenità del cielo: sovr'esse adducon la pioggia o la neve le correnti del grecale e del levante saturate di acque sul mare Adriatico.

Ma il vento per eccellenza umido sulle province a mezzogiorno ed a ponente dell'Appennino è l'austro scilocco; come quello che nelle stesse contrade soffia generalmente asciutto è il settentrione.— Viene questo inzuppo di umidità dai mari Germanico, Norvegiano, Danese e Baltico, e versa nubi di pioggia sulle campagne della Lamagna, e copre di nevi la Elvezia, i gioghi Alpini e le cime dell'Appennino; dalle quali eminenze, scende a noi spogliato di umidità e puro ed essiccante.— Ma l'austro scilocco soffia dal fondo delle Sirti Africane, dalla Cirenaica e dall'Egitto, percorre circa i due terzi della lunghezza del Mediterraneo, ove, infuocato com'è, provenendo dall'Africa, assorbe e s'inzuppa di prodigiosa quantità di vapore, e così grave di acque approda sui liti d'Italia che sono le prime terre che nel suo tragitto incontra, e che inonda e sommerge sotto nubi di tepide piogge. E così, appresso a poco, è per le dette contrade del mezzogiorno, del libeccio, e del ponente; se non che alcuna volta questi venti fanno eccezione, quando spirano con veemenza; imperocchè allora passano troppo presto sul mare Mediterraneo. Se hanno la rapidità di una sola tesa per secondo, tra-

versano in circa quattro giorni e mezzo questo mare, sul quale percorrono più di 500 miglia. Discendono sui suoi ondosì campi o dalla Spagna o dall' Africa, spogliati di umidità; e se abbisognano di tre piedi di acqua per saturarsi, e se, conforme alle osservazioni, 4 pollice è il più che il vento possa prenderne in un giorno, non ponno assorbire in questo passaggio che l'ottava parte dell' acqua necessaria per saturarli; mancano dunque di 31 pollice e mezzo d' acqua per esser piovosi, arrivando sui liti Italiani, e questi 4 pollici e $\frac{1}{2}$ che han presi cammin facendo, basterebbero appena alla loro saturazione sulle cime dell' Appennino, ove infatti si raffreddano innalzandosi, e avvolgono quelle alte rupi fra dense nubi.

Questi venti non saprebbero dunque essere veramente acquosi nell' Italia compresa tra l' Appennino ed il mare, che dopo aver soggiornato o volteggiato sul Mediterraneo il tempo bastante a penetrarsi di tutta l' acqua che ponno assorbire. . .

Prometteremo di sopra di esplicare perchè il vento boreale non mai adduca piogge sul suolo assetato dell' Egitto e della Nubia: ora atteniamo quella promessa. — Inverso lo spuntare della primavera sul nostro emisfero, il calore onde è saturato l'emisfero opposto, e quello che a quell' epoca il sole versa sulle regioni equatoriali, chiama dalle parti più fredde, correnti d'aria capaci di riempere i vuoti prodotti dalla rarefazione.

L' aere saturo di vapori sul Mediterraneo, va allora in una direzione da borea ad austro, opposta a quella del Nilo; ma la valle di questo fiume avendo pochissimo declive in Egitto ed in Nubia, egli, che non è costretto perciò ad elevarsi, non si rarefà, non depone che pochissimo, e non perde quasi nulla della sua serenità: se produce alcuni vapori visibili questi sono continuamente spinti verso l' Abissinia: la forza aspirante di questo vento boreale s' accresce d'altronde a misura del suo avanzarsi verso l' equatore, poichè trova un calore sempre maggiore.

Ma per oltrepassare le numerose cataratte, procedendo dall' Egitto in Nubia, dalla Nubia nel Sennaar, ec., contro la direzione del Nilo, quest' aere è obbligato d' innalzarsi bruscamente di una quantità considerevole di piedi; e sempre più continua ad innalzarsi avvicinandosi alle sorgenti del fiume: cosicchè allora veramente si rarefà, si raffredda, diviene umido a grado a grado, spignendo sempre

davanti a sè le materie che non può ritenere nel loro stato di dissoluzione. Sale anche più subitamente sulle Alpi Abissiniche, ne' cui bacini e valli deposita un piccolo mare di acque pluviali, che il fiume riconduce nel mare Mediterraneo, da cui ascesero fino a questi monti, producendo quelle annue e grandi alluvioni nelle parti basse della sua valle, che tanto meravigliosamente fertilizzano le sabbie della Nubia e dell' Egitto. . .

Ma a che moltiplicar gli esempi? — Potremmo far pompa di tanta erudizione, che inutilmente riempirebbe dei volumi, per sviluppare un semplice principio, ed unire alla sua evidenza la molteplicità dei fatti: ma crediamo basti lo aver bene espresso questo principio, e averne mostrate diverse applicazioni incontestabili. — Sull' Appennino come al Capo di Buona Speranza, sulle Ande come sulle Alpi, al Peru, nella Senegambia, nell' India, alle Filippine, nell' isola di Giava, presso i Cafri, a Madagascar, a Ceylan, sul Nilo, ed in tutta la terra, o piuttosto su tutti i pianeti che hanno un'atmosfera come la nostra, sempre i venti tenderanno all'umidità salendo ed alla siccità discendendo, salve alcune locali eccezioni, che non saprebbero contraddire la regola generale: come un filo a piombo, che tende al verticale, se n' allontana quando viene forzato, ma vi ritorna quando nulla glielo impedisce, perchè una potenza sempre attiva lo spinge continuo su quella linea; così il vento ascendente non è sempre umido, il vento discendente non è sempre secco, qualunque una potenza eternamente vivente, li disponga ognora a questo stato. . .

N O T A

DEGLI STRUMENTI ATTI A FARCI CONOSCERE LA DIREZIONE E LA VELOCITÀ DEI VENTI

Abbiamo tratta questa *Nota* dall'opera di meteorologia dell'esimio professor Paci, opera dottissima che ci ha servito di grand' aiuto e sussidio nella compilazione di questa parte interessante del nostro Corso.

I Meteorologi chiamano *Anemoscopio* (parola che deriva dalle due voci greche *ανεμος*, *anemos*, *vento*, e *σκοπος*, *scopos*, *esploratore*, *osservatore*, ec.) uno strumento che fa conoscere il vento che spirava, indicandone la direzione. Questo istrumento, volgarmente noto sotto il nome di *ventaruola*, è di un uso molto antico. Ignorandosi per altro l'epoca di sua invenzione, solo si sa che nel XII secolo i soli nobili aveano in Francia il diritto di porre sui loro castelli questo emblema dell'incostanza: gli ignobili appena poteano vendicarsi con epigrammi satirici della privazione di una macchina sì utile.

Dessa consta di una banderuola di latta o di lamiera di giusta mole con uno degli orli rotondato a guisa di tubo, nel quale è infilata un' asta di ferro che s'impianta verticalmente e solidamente nella parte più elevata dell'edifizio, ove precisamente le correnti aeree non possano essere interrotte dalla frapposizione di altro fabbricato più elevato. Il fusto dell'istrumento dev'essere forte abbastanza per resistere all'azione del vento che tende a piegarlo; onde la sua spessezza si proporziona ai luoghi. La banderuola muovendosi a seconda dei venti, ne indica le direzioni. Molti aggiungono al

fusto dell'anemoscopio quattro braccia orizzontali disposte ad angoli retti, e dirette verso i quattro punti cardinali; ogni braccio porta una delle lettere N, S, E, O, iniziali delle parole Nord, Sud, Est, Ovest (Tramontana, Mezzogiorno, Levante, Ponente), le quali indicano il nome della parte dell'orizzonte, verso la quale il braccio è rivolto. Tutto l'apparato si invernacia ad olio per garantirlo dalla ruggine, che inevitabilmente l'offenderebbe.

Queste ventaruole si fanno ancora in modo, che i loro movimenti siano indicati, per comunicazione, sopra un quadrante o rosa de' venti, situata nell'interno dell'appartamento o nella facciata dell'edifizio, mediante il prolungamento dell'asse ed un *ingranaggio* più o meno complicato. In tal caso la banderuola forma col suo asse un solo corpo, onde, girando quella, gira ancora l'asse sopra un dado e dentro un collare superiore, l'uno e l'altro fissati al punzone di sostegno. Aderisce all'asse una ruota dentata, che conseguentemente gira a seconda del vento; dessa, per mezzo di un sistema di ruote e di rocchetti, trasmette il moto all'indice di un quadrante, su cui sono tracciati i rombi dei venti. La costruzione della macchina varia secondo che il quadrante si vuole orizzontale al soffitto di una stanza, o verticale sulle sue pareti interne od esterne. — Questi *ingranaggi* non debbonsi moltiplicare senza necessità, cagionando attriti che possono nuocere all'esattezza delle indicazioni, specialmente quando la forza del vento non è molto forte. Qualunque sia il modo di costruire questo istrumento, bisogna attendere alla direzione, verso di cui la banderuola fa girare l'indice, onde non segnare sul quadrante l'Est dalla parte dell'Ovest, ed il Sud dal lato del Nord. . .

Dicesi *Anemometro* (dal greco *ανεμος*, *anemos*, *vento*, e *μετρος*, *metros*, *misura*), l'istrumento, che misura la velocità o la forza del vento. Ordinariamente riducesi ad un'asta mobile posta verticalmente sull'alto dell'edifizio, e portante in cima quattro ali, che presentano i loro piani al vento. Girando l'apparato, avviluppasi all'asta un cordoncino, di cui quanto più se ne avvolge, tanto maggiore ha dovuto essere la forza o la velocità del vento che ha cagionato il movimento. . .

Per lo più si fa uso di una piuma, o di un fiocchetto di cotone

legato all'estremità di un cordoncino di seta lungo 60 o 70 piedi, che si lascia in balia del vento. Dallo spazio percorso dalla piuma o dal fiocchetto in un minuto secondo, calcolasi la velocità del vento...

L'anemometro del Bouguer consta di un disco di lamiera, che presentasi perpendicolare all'azione del vento. Questo disco è sostenuto da una specie di stadera, che ne misura la resistenza, e quindi la forza del vento. . .

L'apparato proposto dall'Ons-en-brai è costruito in modo, che indica da sè sulla carta (come supponesi dall'autore) non solo i vari venti che soffiano in 24 ore, e le ore in cui la loro azione comincia e cessa, ma anche la velocità dei loro corsi. . .

Di lodevole costruzione sono l'anemometro del Wolf, e quello del rinomato fisico italiano Poleni, il quale meritò nel 1773 il premio dalla Accademia Reale delle Scienze di Parigi. . .

Bisogna frattanto avvertire, che nè l'anemoscopio, nè l'anemometro debbono situarsi mai vicino a cupole, torri, campanili, o muraglie, avendosi allora l'azione dei venti riflessi, e non dei diretti.



LEZIONE XLIX.

DELLE METEORE DI ACQUA PRUINOSA VAPOROSE E LIQUIDE

Descritti i venti, l'ordine delle materie richiede, che si discorra delle *meteore d'acqua*; ma prima delle pruinose e vaporose, quindi delle liquide: nella Lezione seguente diremo delle solide, cioè nevi, grandini, ec.

Incominciamo dalla *rugiada* e dal *sereno*.

Noi citiamo le parole stesse del sullodato professor Paci, perchè in questa materia non sapremmo fare meglio di lui, che ne pare abbia fatto benissimo.

La superficie delle acque, riscaldata dall'azione calorifera del sole, sciogliesi per la maggior parte in vapori, i quali s'innalzano e restano nell'aria invisibili, sino a che la capacità dello spazio destinato a contenerli non sia esuberantemente saturata.

Durante la notte, una quota di questi vapori si precipita, e ricentrandosi sopra i corpi, li ricopre di quella quantità di goccioline acquose, che diconsi *rugiada* o *sereno*, secondochè si manifestano all'imbrunire della sera o in tempo di notte. La quantità della rugiada è sempre più abbondante del sereno.

Questa meteora predomina ne' paesi caldi, e in preferenza nei tropicali; è comunissima del pari nei luoghi bassi, umidi e rinchiusi; non producesi nelle notti ventose e nuvolose; è poco con-

siderevole nella state, in cui la temperatura dell'aria si mantiene calda anche nella notte, ed abbonda nella primavera ed in autunno.

Le osservazioni dei chimici han provato, che quest'acqua meteorosa è pregna di gasse acido carbonico, di solfato, e d'idroclorato di calce e di soda. Il celebre Pallas dimostrò il primo esser dessa tanto impura, che talvolta non solo arrossisce la tintura di tornasole, ma anche ha un sapore particolare. Ma l'esistenza delle accennate sostanze saline nell'acqua meteorosa sembra incompatibile colla loro natura, e colle circostanze che possono darvi luogo. Volendo prestar fede a questi dotti osservatori, convien riguardare le meteore da essi esaminate come particolari e derivanti da cagioni ignote: in ogni modo l'argomento è degno di più accurate osservazioni.

L'abbassamento di temperatura nell'atmosfera, necessario a produrre la rugiada vespertina, facilmente fu spiegato attribuendolo al tramontar del sole; ma non così di leggieri fu compresa la causa di quel freddo del mattino, capace di generare la rugiada mattutina, nell'istante in cui apparisce sull'orizzonte l'astro del giorno, sembrando questo fenomeno contrario alle leggi del calore. Infatti, nelle prime ore del mattino sentesi quel freddo, che secondo tutte le ragioni non si dovrebbe provare. Ma meglio analizzando questi fatti, si vide, che lungi dall'opporli alle dette leggi, vieppiù le convalidano: poichè quando il sole comincia a rendersi sensibile, principia ad agire primieramente sulla regione aerea contigua alla nostra, ed innalzandone la temperatura, aumenta il suo potere dissolvente pei vapori. Allora l'acqua comincia ad evaporarsi per l'azione combinata del sole e dell'atmosfera; e la quota del calorico solare, a quella elevazione, non bastando per la completa produzione de' vapori, si eccita nel materiale evaporizzante un aumento di capacità pel calorico, onde molto ne sottrae dai corpi terrestri e dall'atmosfera. Questa perdita di calorico nella nostra atmosfera produce un grado di freddo maggiore di quello che si prova durante la notte, e quindi capace di produrre la rugiada mattutina. Così spiegasi anche l'istantaneo abbassamento del termometro, qualora se ne unga la piccola sfera piena di etere. Riguardandosi dipoi la rugiada come elettrica, si suppose attirata da alcuni corpi, e da altri respinta.

Queste spiegazioni però, benchè generalmente ricevute, non andavano esenti da gravi difficoltà. La prima fu avvertita fin dai remoti

tempi da Aristotile, il quale osservò, che la rugiada non cade che nelle notti tranquille e serene, e che la superficie del suolo e delle piante sotto un cielo sereno acquista una temperatura inferiore a quella dell'atmosfera che la bagna. Si credè sciogliere la prima quistione coll'asserire, che i venti, dissipando i vapori vescicolari, impediscono la produzione della rugiada. Il secondo fatto, il raffreddamento cioè del suolo e delle piante, si attribuì alla rugiada caduta sulla loro superficie, per non essersi avvertito, che questo raffreddamento è anteriore alla caduta della rugiada medesima.

Il primo che da vero filosofo ha esaminato questa meteora, fu il celebre Dufay, il quale cercò particolarmente determinare se l'umido cada dall'aria, oppure se si sollevi dalla terra. A tale oggetto, qualche ora prima della sera egli sospese nell'aria libera alcune lamine metalliche, a diverse distanze dal suolo; cioè una all'altezza di un pollice, e le altre a 6, 13, 17, 25, e 31 piedi. Osservò che le inferiori erano a preferenza delle più elevate più copiosamente bagnate di rugiada, ma sì le une che le altre restavano inumidite particolarmente nella superficie rivolta verso il suolo, e l'umidità si depositava sopra di esse tanto lentamente, che la seconda lamina fu bagnata mezz'ora più tardi della prima, e tutte le altre dopo un'ora e mezza. Questi tentativi furono ripetuti dal Bertholon, e dal De Luc, i quali ne ottennero simili o poco differenti risultamenti.

Indi si riconobbe, che la rugiada non cade su tutti i corpi indistintamente, e di questo fatto non mai fu dato una soddisfacente ragione, sino a che la meteora fu considerata una piccola pioggia. Di fatti esposte all'aria due lamine, una di vetro e l'altra di metallo, resta irrorata ordinariamente la prima e non la seconda. E se accanto alla lamina di vetro se ne pone un'altra di metallo brunito, quantunque isolatamente quella resti bagnata, pure la presenza del metallo impedisce il suo irroramento. Similmente un fiocco di lana si bagna di rugiada più copiosamente quando è appoggiato sull'erba, che quando lo è su di un pezzo di metallo.

Così nelle fredde notti invernali trovansi bagnate le superficie interne dei vetri delle finestre delle stanze calde, mentre i piombi che li sostengono restano asciutti. Ed applicando una lamina ben pulita di metallo nella parte esterna della vetrata, il vetro che le corrisponde non si bagna. D'altronde se questa lamina si adattasse nella

parte interna della stessa vetrata, sull'opposto vetro si depositerebbe maggiore rugiada che per tutto altrove. Quindi è nata tra i fisici la distinzione dei *corpi irrorabili* e *non irrorabili*, che riducesi alla classificazione de' corpi più o meno capaci a prendere una bassa temperatura con la emissione del calorico.

Quello però che ha dato di questa meteora una spiegazione soddisfacente è stato il Wells, rinomato fisico Inglese, la di cui opera fu coronata nel 1816 dalla Società Reale di Londra. La rugiada non è altro, secondo lui, che una quantità di vapore condensato per raffreddamento, non dissimile da quella che un liquido freddo cagiona sulle pareti esterne del bicchiere in cui venga mesciato.

Per mezzo dell'etrioscopio si è conosciuto, che i corpi irradiano il calorico nello spazio, e le regioni eteree si raffreddano. Un tale abbassamento di temperatura avviene, perchè la quantità di calorico che i corpi perdono raggiandolo, è maggiore di quella che lor viene dato dall'aria e dai corpi circostanti, tanto più che il potere raggiate dei corpi è in ragione inversa della facoltà deferente degli stessi pel calorico. Quindi nelle notti nuvolose, oppure di giorno, le perdite che si fanno dai corpi sono abbastanza compensate dai raggi calorifici che su di essi piovono dal sole e dalle nubi, e perciò il raffreddamento non è punto calcolabile. Il Wells infatti dimostrò, che basta sospendere un sottil velo pochi piedi al di sopra di un vetro o di un metallo, perchè niuno di questi si raffreddi; poichè il calorico raggiato dal vetro o dal metallo imbatendosi sul velo, è da questo riflesso sul corpo raggiate, cosicchè non si altera la sua temperatura. Al contrario nelle notti serene e tranquille i corpi perdono una considerabile dose di calorico, di cui non possono essere compensati dallo spazio e dall'aria ambiente e serena, questi essendo poco deferenti; ed appunto è questa la circostanza indispensabile pella produzione della meteora.

Il Wells dimostrò parimente, che i corpi irrorabili hanno prima di esser bagnati una temperatura notabilmente minore di quella dell'atmosfera, e che nei luoghi ove la rugiada è copiosa, il grado termometrico che segnano quei corpi che se ne coprono è proporzionatamente minore. Egli per ciò ebbe cura di toccarli con un termometro sensibilissimo prima della caduta della meteora, ripetendo il seguente esperimento del Pictet. Tre termometri uguali

vennero collocati, uno in terra alla profondità di circa un pollice; il secondo due o tre piedi in distanza verticale dal primo, nell'ambiente ove la rugiada più copiosamente si precipita sulle piante e sugli altri corpi irrorabili; ed il terzo a venti o trenta piedi di altezza al di sopra. Sopravvenuta la notte, il primo termometro dimostrò una temperatura assai superiore di quella del terzo, e questo una temperatura maggiore del medio, la quale si rendeva anche più bassa ogni volta che l'istrumento veniva adattato su di un corpo irrorabile. Queste differenze di temperatura s'invertirono nel giorno; e quando il cielo ingombravasi di nuvoli e diveniva burrascoso, i due termometri medio ed ultimo serbavano una temperatura uguale.

Dietro questi principi il Wells espone la formazione della rugiada, e di tutti i suoi accidenti. Supposta la forza elastica de' vapori esistenti nell'aria di 7 millimetri, questa forza essendo il *maximum* corrispondente a 5 gradi di temperatura, tutti i corpi terrestri che sono al di sotto di 5 gradi condenseranno i vapori pervenuti in loro contatto, e si copriranno più o meno di rugiada. Al contrario tutti gli altri corpi, che hanno conservato una temperatura di 5 gradi, resteranno prosciugati, poichè l'aria che li tocca non può raffreddarsi fino al punto richiesto per la condensazione dei suoi vapori.

Non a torto dunque il Pouillet rassomiglia i corpi terrestri nelle notti tranquille e serene all'igrometro a *capsula* o a quello del Daniell; poichè se essi si raffreddano al di sotto del punto della rugiada, copronsi di vapori condensati, e nel caso contrario restano asciutti: altra differenza non v'ha, che le pareti degl'igrometri si raffreddano pell'evaporazione dell'etere, mentre il raffreddamento de' corpi terrestri deriva dal raggiare che fanno del calorico verso gli spazi celesti. Ma queste diverse cagioni producono qui lo stesso effetto, poichè la condensazione del vapore non è che una conseguenza dell'abbassamento di temperatura.

Esposte tutte le cause che ponno modificare il raffreddamento de' corpi, ed il loro notturno irradimento, s'intendono facilmente i diversi fenomeni che accompagnano questa meteora.

Primieramente la rugiada si forma quando il cielo è sereno e l'aria umida, tranquilla, non troppo calda, nè troppo fredda: sotto

un cielo sereno i corpi si raffreddano facilmente per l'emissione del calorico; quando poi il cielo è coperto di nubi, il cambio di quel fluido si stabilisce fra esse e la superficie terrestre, in quanto che elle impediscono che gli oggetti raggino il calorico verso il cielo, e ne rallentano perciò il raffreddamento. Ed infatti, erasi da lungo tempo avvertito, che le notti coperte sono sempre più calde delle serene; ed il professore Wilson avea riconosciuto, che esponendo un termometro all'aria libera in una notte alternativamente chiara e nuvolosa, la colonna termometrica s'innalza sempre quando l'aere si oscura, e ricade quando le nubi spariscono. — Le nebbie producono un effetto anche più notevole di quello delle nubi, poichè il calorico che si diparte dai corpi alla ordinaria temperatura, non ha la possanza di attraversare un'aria non perfettamente trasparente.

Spirando nell'atto che la rugiada si forma, i venti possono arrestarne o ritardarne il progresso: gli strati di aria che rimpiazzano quelli trasportati dai venti essendo più caldi di essi, raggiano su i corpi terrestri una quantità di calorico, che, se non è maggiore, almeno uguaglia quella da questi perduta; quindi essendo poco il freddo prodotto in questi stessi corpi, in essi s'indebolisce la facoltà di produrre la rugiada e di coprirsiene. — È provato che quando spira un forte vento, la temperatura dei corpi è sensibilmente uguale a quella dell'aria; oltre a ciò le correnti aeree che alternativamente si succedono, non permettono che i vapori possano restare su i corpi irrorabili, e condensarvisi.

Perchè i vapori si possano facilmente condensare, occorre che l'aria sia piuttosto fresca e molto umida; chè se fosse molto fredda, piccola riuscirebbe la differenza fra la temperatura di essa e quella dei corpi raffreddati per le missioni del calorico raggiente, e questi non potrebbero operare sensibilmente sopra i vapori. Da ciò deriva, che la massima quantità di rugiada deve depositarsi sul fare del giorno, perchè avendo i corpi irraggiato calorico nell'intera nottata, il loro raffreddamento si trova giunto al *maximum*; e che debbonsi a preferenza bagnare di maggior quantità di rugiada i corpi che emettono molto calorico raggiente, e poco assorbono del condotto, per la loro poca deferenza, come i vetri, le piante, e simili, perchè restano molto raffreddati; mentre all'opposto non si irrorano punto o poco quei corpi che posseggono in alto grado il potere di

riflettere il calorico, e son cattivi irraggianti, come i metalli levigati e simili, perchè il calorico terrestre impedisce ad essi di raffreddarsi. E non essendo lo stesso il potere irraggiante in tutti i metalli, non tutti sono capaci di bagnarsi ugualmente: infatti la disposizione è minore nell'oro, nell'argento, nel rame e nello stagno, che nel platino, nel ferro, nell'acciaio, e nello zinco: il platino essendo fra tutti il meno conduttore, più facilmente resta inumidito. Non è da trascurarsi all'uopo la superficie de' corpi: quelli la di cui superficie ha un gran potere emissivo, si raffreddano più prontamente degli altri: come ancora la spessezza dei corpi, e l'inclinazione della loro superficie, sono circostanze che modificano la prontezza del raffreddamento.

In ultimo, le mura, gli edifizii, gli alberi, le colline, producono sul raggiamento notturno un effetto analogo a quello delle nubi; e dietro a questo principio basterà vedere l'esposizione di un oggetto per giudicare anticipatamente se dee raffreddarsi più o meno di un altro oggetto simile, che vede il cielo sotto un'altro aspetto.

Il potere corrosivo della rugiada, di cui accennammo di sopra, e che pare provato dalle esperienze di tutti i chimici, forse è prodotto dai materiali di cui è pregna: essa ha la facoltà di distruggere la materia colorante, e perciò imbianca la cera, il lino, le tele; mangia i colori dei drappi, corrode le pelli, i germi e le tenere piante: disseccandosi sulle foglie costituisce la così detta *mellata*, dannosissima alle piante, non solo perchè in parte le corrode, ma ancora perchè ottura i pori destinati alla traspirazione ed ispirazione vegetabile; finalmente, per effetto de' suoi principi componenti, spesso produce mortali dissenterie nelle pecore ed altri bestiami. — In compenso poi, ella rinfresca e nutrisce i vegetabili, e con i suoi componenti fertilizza la terra, onde in alcuni climi fa le veci di pioggia. È questo uno dei principali benefizi per l'agricoltura: *glebas foecundo rore marita*. . . Sotto un tale aspetto, la rugiada è più feconda della pioggia, come questa lo è più dell'acqua comune. . .

Ciò della rugiada: ma prima di ascoltare quanto il prelodato professor Paci insegna sulla brinata, descriviamo brevemente l'*etrioscopio* ed i suoi usi, strumento qui sopra citato.

L'*etrioscopio* è uno strumento destinato ad indicare all'aria li-

bera le impressioni variabili di freschezza , inviate in ogni tempo dalle regioni superiori dell'atmosfera verso la superficie della terra; ossia a determinare il raffreddamento derivante dall'irraggiamento del calorico, che la terra opera verso gli spazi celesti. Questo strumento ha molta analogia col così detto *termometro differenziale* , benchè le due palle sieno tra loro molto allontanate, ed una, che è indorata o inargentata , sia superiore all'altra che è trasparente. Per guarentire questo strumento dall'azione dei venti, e particolarmente da quella della luce, cause che potrebbero alterare l'andamento delle sue indicazioni, le palle si collocano nella cavità di una tazza metallica, forbita e di forma sferoidale, allungata, il di cui asse maggiore è verticale, ed il fuoco inferiore debba essere occupato dalla palla trasparente, cioè dalla sensibile: la tazza ha un coperchio dello stesso metallo, pur esso levigato. Quando si vogliono fare delle osservazioni togliesi il coperchio esponesi lo strumento all'aria libera in un tempo sereno , e notasi l'elevazione del liquido colorato nel tubo corrispondente alla palla sensibile: il calorico, che s'irraggia da questa, raffredda l'aria in essa contenuta, onde quest'aria, restringendosi più di quella esistente nella palla dorata , il liquido si eleva a più gradi millesimali segnati in una scala la quale si estende a 90 oppure a 100 gradi sul zero, e da 10 o 15 al di sotto di esso. Con questo strumento si è osservato, che la perdita del calorico raggiante giunge al *maximum* quando il cielo è di colore azzurro purissimo, che diminuisce a misura che l'atmosfera si carica di nubi, e va al *minimum* quando le nebbie si avvicinano alla terra. A parità di queste circostanze, le impressioni dette dal Leslie frigorifere , ossia le perdite del calorico , sono generalmente alquanto maggiori nel giorno che nella notte, e molto più sensibili nella state che nel verno. . .

Ora diciamo della brinata.

Quando segue un abbassamento di temperatura nell'atmosfera in sulle prime ore del mattino, le molecole acquose della rugiada si congelano leggermente, e producono la così detta *brinata* o *nebbia gelata*, la quale, sotto l'aspetto di lunghi fili vagamente intrecciati, pende e si attacca ai rami degli alberi, ai peli degli animali e simili sostanze. In fatti questa si osserva quando le cause della rugiada concorrono notabilmente a diminuire la temperatura

delle basse regioni dell'atmosfera: così quando il cielo è sereno, l'aria tranquilla ed umida, e la temperatura della notte di soli 4 o 5 gradi al di sopra del zero, certi corpi possono pel raggimento acquistare una temperatura più bassa di quella del ghiaccio; ed allora le goccioline della rugiada di cui si sono dapprima coperti, cristallizzandosi in aghi vagamente intrecciati.—Sembra, che l'esposizione de'corpi rispetto ai punti cardinali dell'orizzonte, abbia sulla formazione di questa meteora un'influenza maggiore di quella che ha per la rugiada, perchè i corpi, rivestiti una volta di uno strato di rugiada sufficientemente denso, hanno lo stesso potere raggente, ed il loro raffreddamento segue secondo le stesse leggi.

Esponendo ad un'aria piena di vapori un corpo di temperatura inferiore a quella del gelo, le molecole di essi si concentrano, e l'acqua prodottasi attacca al di sopra del corpo medesimo, si congela, e forma una brinata artificiale. Ma per meglio comprendere l'efficacia del raggimento a produrre nella notte un raffreddamento capace di congelare la rugiada, basti riferire il processo da lungo tempo immaginato dagli abitanti del Bengala (India) per procurarsi il ghiaccio artificiale nelle notti d'inverno; ad una temperatura superiore al zero. Ecco quello che ne dice il Williams.

Un piano scoperto, livellato, e di convenevole estensione, è diviso in incavi quadrati del lato di 4 a 5 piedi ciascuno, e circondati da una piccola elevazione di terra di 4 o 5 pollici di altezza. Il fondo di questi compartimenti è coperto o di paglia, o di canne da zucchero inaridite, o di stocchi di formentone, o di altro simile materiale; e su questi letti situansi tanti piccoli vasi di terra non verniciati, profondi circa un pollice ed un quarto, ripieni di acqua dolce bollita, e anche lateralmente circondati dalle stesse sostanze. I vegetabili che servono di suolo e fasciano questi vasi, essendo cattivi conduttori del calorico, ne impediscono la trasfusione nell'acqua, onde questa si congela. Questo effetto è più pronto nelle notti tranquille e serene; e le nebbie ed i venti noccono non poco alla riuscita dell'operazione. Il Williams ha riconosciuto coll'esperienza, che la temperatura dell'aria circostante è quasi sempre di più gradi superiore al zero; ed una volta il termometro situato sulla paglia a lato dei vasi discese al di sotto di esso 5 o 6 gradi, mentre il ghiaccio formavasi rapidamente, e prendeva molta spessezza. — Su questi

stessi principi è stabilita nella pianura di Sant'Oueu, presso Parigi, una fabbrica di ghiaccio: basta che la temperatura dell'aria discenda a 2 o 3 gradi al di sopra del zero, per ottenere delle lamine di ghiaccio molto dense.

Qualora poi il corpo raffreddato, su cui si produce la brinata, sia un vetro di finestra, o qualche cosa dello stesso materiale, le molecole acquose congelandosi sulla superficie del vetro, vi si dispongono non di rado in modo da rappresentare delle figure molto variate, talora spiralmemente ricurve, e talora diramate in fogliami sempre varii e vaghi. Questo fenomeno, comunissimo nei paesi molto freddi, fu poco esaminato nei tempi andati: il solo Mairan, avendolo di passaggio descritto, suppose che quelle figure esistessero precedentemente sulle superficie dei vetri, impressevi casualmente o dagli strumenti coi quali si spianano allorchè si costruiscono, o da quelli con cui puliscono, e che le particelle vaporese, congelandosi sulle dette incisioni, le rendessero sensibili col loro colore biancastro, e con una varia riflessione che imprimono ai raggi della luce.

Ma un fisico di Torino, dopo di aver dimostrata l'insufficienza di questa ipotesi, ne pone innanzi un'altra, che sembra riunire tutti i gradi di probabilità. — E primieramente il Carena osserva, che queste figure produconsi anche sui vetri i più levigati e puliti: quindi egli nota, che supponendo esistenti i pretesi fregghi, le particelle acquose, congelandovisi dentro, invece di renderli sensibili col ricoprirli, gli occulterebbero affatto: finalmente stabilisce, che la forza di cristallizzazione investendo le molecole acquose nell'atto del loro addensamento, le anima per così dire, e le dispone a modellarsi in un modo simmetrico. — Questa cristallizzazione intanto non somiglia a quella di una massa libera di acqua, poichè la forza cristallizzante è costretta ad agire su di un piano; ed anche per le varie resistenze che le superficie dei vetri presentano alle attrazioni delle molecole dell'acqua, e particolarmente per l'ineguale deferenza pel calorico dei vari punti del vetro, la quale deve necessariamente eccitare dei moti curvilinei nelle molecole vaporese quando si dispongono alla congelazione.

I fiori, le piccole foglie, ed i teneri germogli delle piante, soffrono assai dall'azione della brinata pel raffreddamento che vi pro-

duce quando si scioglie, e specialmente quando per l'azione calorifica solare istantaneamente si volatilizza. Benchè un tal danno non possa totalmente evitarsi, pure si può diminuire d' assai, spargendo di buon mattino dell' acqua sulle piante cariche di brinata, acciò si trovi già sciolta quando sorge il sole. E poichè tutte le cause che favoriscono o ritardano la formazione della rugiada agiscono nello stesso modo per la brinata, un velo disteso sopra le piante delicate è spessissimo una sufficiente precauzione per garantirle da un freddo mortale. Anche il fumo sarebbe un mezzo ugualmente efficace: non si tratta di riscaldare le piante che si vuole conservare, ma d'impedirne solo il raffreddamento che in esse produce l'irraggiamento notturno; quindi i mezzi di conservazione debbono combinarsi secondo le località. . .

Ora diciamo della *nebbia*.

Ognuno conosce quella specie di nube che si forma presso la superficie terrestre, detta *nebbia*: è dessa una quantità di gasse acqueo raccolto e condensato nella bassa atmosfera.

Questa meteora comincia a prodursi sulle acque e sui prati paludosi qualche ora dopo il tramontare del sole, e qualche ora prima del suo levare.

Essa continua, finchè accumulata in certo modo cada pel proprio peso a guisa di minuta pioggia, o levato il sole sia ridisciolta dall'aria riscaldata, o finchè non venga dissipata dai venti.

È noto com' essa cominci a scomparire in vicinanza della terra, e poi successivamente negli strati superiori dell' atmosfera, in ragione dell'innalzamento della loro temperatura.

Essendo a circostanze uguali il gasse acqueo esalante dalla superficie delle acque più copioso di quello che si produce dalla terra, perciò la nebbia è più estesa e densa sui laghi, sui fiumi, sui mari e sulle loro rive, che sulla terra. Siffatta meteora può prodursi nella state e nel verno; e per tal ragione spesso nei freddi giorni invernali veggonsi fumicare le fonti e non i fiumi congelati. Cadendo la nebbia in tempi troppo freddi, cristallizzasi sopra i corpi che la ricevono, e convertesi in brinata.

Osservata con una lente non molto forte, la nebbia presenta l'insieme di tante piccolissime sfere equidistanti, ordinariamente così cariche di elettricità, che chiudendosene molte in una bottiglia di

Leyda si è giunti talvolta ad elettrizzarla. L'Achard ha avvertito, che perdendo esse la loro elettricità, sciolgonsi immediatamente in pioggia.

La nebbia infine, soventi volte è innocua, altre volte è nociva agli uomini ed alle piante, e talora è fetida.

Il celebre De Luc, avendo osservato, che talvolta la nebbia non si genera, ad onta del favorevole concorso di tutte le circostanze atte a produrla, opinò che l'acqua intromessa nell'aria si trasformi in atmosfera per l'unione di una sostanza tuttora ignota, o di qualche fluido espansibile, in mancanza del quale riprende lo stato primiero poco prima della pioggia: or l'acqua che si esala dalla terra, non trovando l'esposto fluido perchè neutralizzato da altri vapori, è costretta a precipitare convertendosi in nebbia.— Questa opinione però non fu adottata dagli scienziati, essendo affatto gratuita e contraria alle fisiche dimostrazioni.

L'Ube, scorgendo che ordinariamente le nubi sono elettrizzate negativamente (resinosamente) e la nebbia positivamente (vitreamente), con molto ingegno spiegò l'innalzamento di quelle e l'abbassamento di questa: la terra, egli disse, essendo spesso elettrizzata in meno, respinge le nuvole ed attrae la nebbia.

Le esperienze intraprese posteriormente e con tanto successo sulla evaporazione, han dato luogo al seguente ragionamento, che, per la sua giustezza, non è che troppo soddisfacente. Le nebbie si formano nell'aria umida, quando la forza elastica del vapore è maggiore della forza elastica del *maximum* corrispondente alla temperatura dell'aria: così, essendo l'aria, per esempio, a 20 gradi e l'acqua a 60, il vapore si forma con una forza elastica di 144 millimetri, corrispondente a 60 gradi; ma con questa forza elastica non potendo esso esistere ad una temperatura di 20 gradi, dee in parte condensarsi, finchè la sua forza elastica riducasi a 17 millimetri, corrispondenti a 20 gradi di temperatura. La nebbia adunque sarà tanto più intensa quanto maggiormente la temperatura dell'acqua sarà elevata al di sopra di quella dell'aria, e l'aria sarà più umida; poichè se questa fosse satura di umidità, bisognerebbe che ogni nuovo vapore si condensasse a misura che si produce; e quando questo rapporto si altera, il vapore si decompone o si espande, come venne osservato anche dal Saussure.—Nel caso in quistione tutto contri-

buisce a condensare i vapori: e primieramente l'evaporazione, che aumentata dall'umido locale rende massima la loro densità; poi il notevole abbassamento di temperatura. Le nebbie che si formano sul mare, sui laghi, sui fiumi e sui ruscelli, hanno precisamente la stessa origine.

Molti osservatori si sono assicurati che nel momento della formazione delle nebbie la temperatura dell'aria è sempre minore di quella dell'acqua. In conferma di ciò il Davy asserisce, di non aver mai veduto prodursi la nebbia sopra qualunque luogo umido senza che l'aria soprastante non avesse avuto una temperatura notabilmente minore di quella dell'acqua, o del suolo umido sottoposto; e da ciò inferisce, che per la produzione della meteora è indispensabile una differenza di temperatura fra l'aria e l'acqua, che egli stabilisce di 3 a 4 gradi del termometro di Farenheit, e che la densità della nebbia cresce a misura che tale differenza si aumenta, come viene confermato da Giorgio Harvey con molte osservazioni. . .

Intanto, questa condizione, sempre necessaria, non è però sempre bastante: quando l'aria è secca e molto agitata trasporta il vapore e lo disperde nell'istante in cui si forma, senza risultarne alcuna sensibile condensazione; ma quando l'aria è in calma e già umida, il vapore s'innalza lentamente e si condensa quasi tutto; ciò precisamente avviene nell'inverno presso tutte le sorgenti.

Molto spesso si osservano delle nebbie in circostanze apparentemente affatto differenti. Nel momento della fusione del ghiaccio, per esempio, quando la temperatura dell'aria è sensibilissimamente più alta di quella dell'acqua, veggonsi delle nebbie intensissime formarsi su i ruscelli, anche quando sono ancora coperti dai ghiacci; ma in tal caso le sole apparenze sono cambiate, mentre il principio è lo stesso, poichè in questa circostanza l'aria calda è satura d'umidità, e quando si mischia coll'aria raffreddata pel contatto del ghiaccio o degli altri corpi freddi, il suo vapore si condensa.

La stessa cagione produce eziandio le nebbie su i ruscelli nella state dopo le piogge tempestose: l'aria è più calda della superficie dell'acqua, ma è satura di umidità; avvicinandosi appena ai luoghi in cui la bassa temperatura del ruscello si fa sentire, il suo vapore, raffreddandosi, è obbligato a condensarsi.

In generale, la miscela di due arie sature di umidità ed inegualmente calde, produce essenzialmente la nebbia, poichè la media temperatura che ne risulta è troppo bassa per contenere la media forza elastica del vapore. Per esempio, l'aria satura di umidità a 5 gradi si meschia con quella anche satura di umido a gradi 15: la temperatura media sarà di gradi 10; ma la forza elastica che corrisponde a 5 gradi è di 7 millimetri, e la corrispondente a 15 gradi è di 13 millimetri, ossia che la forza elastica media è di 10 millimetri, la quale non può esistere nell'aria temperata a 10 gradi, poichè il *maximum* di forza elastica corrispondente a questa temperatura è soltanto di 9 millimetri.

Molti fisici avendo osservato che la condensazione del gasse acqueo produce lo svolgimento della elettricità, han sostenuto, che i vapori costituenti la nebbia mantengonsi sospesi ed equidistanti, scambievolmente ripellendosi per la elettricità di cui restano affetti. Cessando la repulsione riuniscono, e resi in tal guisa più gravi dell'aria sciolgonsi in pioggia.

Le esalazioni in maggiore o minor dose unite ai vapori acquosi, rendono la nebbia più o meno grave, fetida, nociva agli animali ed ai vegetabili: il Wiegmann vi ha per ben due volte rinvenuto l'acido fosforico, ciò che precedentemente era stato osservato dal Witting. Per altro, anche la sola elettricità, in una certa data dose, basta a render la nebbia pernicioso alle piante; e l'Amoretti ha dimostrato, che le piante sono molto danneggiate e periscono anche quando vengono attraversate placidamente dall'elettrico.

Oltre di questa specie di nebbia, unicamente dipendente dai vapori acquosi, e che perciò potrebbe dirsi *acquosa*, la quale è sì frequente nelle regioni polari, ve n'è un'altra proveniente da materiali sotterranei, o da terrestri esalazioni, la quale ha un intimo rapporto colle vulcaniche eruzioni. Questa *nebbia secca*, o *materiale caliginoso*, sembra risultare di piccolissime molecole terrestri, elevate dal suolo e sospese nell'atmosfera da un eccesso di elettricità; la quale opinione è conforme all'ipotesi adottata dal Barba per spiegare la sospensione della cenere del Visuvio. Questa nebbia infatti è sempre accompagnata da fenomeni elettrici: nel 1755 il Tirolo e la Svizzera furono ottenebrate da questa meteora poco prima del terribile disastro di Lisbona, e nel 1683 una folta caligine ingom-

brò quasi tutta Europa, mentre un fuoco vulcanico faceva tremar l'Islanda.

La nebbia acquosa, involupando le piante, ne sospende la traspirazione e vi trattiene quegli umori, che altrimenti si sarebbero sviluppati; ritardando il movimento de' loro succhi, e privandole dell'influenza della luce, nuoce ai fenomeni della economia vegetabile; essendo carica di gasse acido carbonico offende ed aduggia le delicate parti fiorali, e turba così gl'importanti fenomeni della fecondazione: ma l'impedimento della traspirazione, e la privazione della luce, favoriscono però la maturazione delle frutta, accelerando l'elaborazione dei loro succhi.

Quando la nebbia non è costituita che di vapori acquosi, è inodora, e non sembra nociva alla salute; ma se vi si mischiano delle esalazioni acri, saline e deleterie, essa diventa malsana: allora il suo odore è forte, attacca gli occhi, e reca ai vegetabili, e specialmente ai grani, danni più gravi.—Qualche volta le nebbie di primavera, sviluppano gl'insetti ed i bruchi, con grave danno della vegetazione. . .

Questo è il luogo ove discorrere delle nubi.

Diverse furono le opinioni degli antichi sulla loro origine: Anassimene credè non esser desse che una massa d'aria addensata; Metrodoro le suppose umidi vapori; Epicuro le caratterizzò per un ammasso di esalazioni onde il vario grado di addensamento genera la pioggia, la neve o la grandine.

Dacchè l'esperienza e le osservazioni, venendo in soccorso della scienza, purgaronla dalle gratuite opinioni, qualificaronsi le nubi per ammassi di nebbie più o meno dense, galleggianti a diverse altezze nell'atmosfera, talora immobili e più spesso trasportate dalle correnti aeree, o dai venti impetuosi.

A ben concepire la formazione delle nubi, bisogna immaginare che questo fenomeno sia prodotto su d'una grande estensione di liquido uniformemente riscaldato, e che gli strati superiori ed inferiori dell'atmosfera sieno in perfetto riposo. L'acqua dei mari, dei laghi, dei fiumi e del terreno umido, si evapora con una tensione proporzionata alla sua temperatura; ma l'aria che riceve questo gasse acqueo, diventando più leggiera pel suo miscuglio coi vapori, e al tempo stesso riscaldata dal sole, s'innalza e cede il luogo

all'aria meno umida: diguisatalechè a poco a poco ascende, finchè giunge negli strati aerei in cui si raffredda in modo, che l'acqua di cui è pregna, non potendo più sussistere nello stato gassoso, si condensa e precipita in vapori vescicolari. Quanto più l'aria è calda, tanto meno è satura di acqua, e maggiore è l'altezza a cui questa precipitazione giunge: dessa non è visibile e non produce una nube, se non perchè la massa dei vapori si trova illuminata dal sole ed a lui opposta, in modo da occultarlo: — più i vapori accumulati sono densi, meno essi sono trasparenti, ed in conseguenza il loro colore ci sembra più carico.

Le nubi possono avere però un'altra origine: esse ponno direttamente formarsi in mezzo all'aria per l'incontro di due venti umidi inegualmente caldi; onde spesso osserviamo, che mentre il cielo è sereno, tutto ad un tratto s'ingombra di nubi allo spirare de' caldi venti marittimi.

Finalmente tutte le nebbie che si formano alla superficie terrestre, in luoghi umidi, nel fondo delle valli, sulle colline, intorno ai piani elevati ed alle cime de' monti coperte di nevi, si cangiano in nubi quando sono strascinate dai venti senza essere disperse.

L'Howard, descrivendo le nuvole, ne spiega la formazione combinando il raffreddamento dell'atmosfera coll'elettricità e coi rapporti della gravità specifica; ma l'evidente falsità di questa ipotesi ci esime dall'obbligo di esporla.

Intanto, dietro accurate osservazioni, il De Luc ed il Saussure assicurano, che i nuvoli produconsi anche quando l'aria contiene pochi vapori, e non è raffreddata; che anzi talora la temperatura delle nuvole è maggiore di quella dell'aria circostante. Da questi fatti, il primo dei due lodati autori deduce, che le nuvole si generano particolarmente quando vi è sottrazione di calorico; altri poi concludono d'ignorarsene totalmente l'origine.

Ammettasi, in generale, che i vapori costituenti le nubi sono *vapori vescicolari*, cioè ammassi di tanti globi, bianchi, ripieni di aria umida, ed affatto analoghi alle bolle di sapone. Questi furono con molta accuratezza studiati dal celebre Saussure: osservando egli una nube su di un alto monte, si assicurò primieramente ch'era prodotta dalla riunione di una indicibile quantità di tali vescichette. Per meglio riuscire nella sua impresa, colpiva il momento in cui

qualche aura di vento dirigevagli innanzi alcuna porzione di nube; allora le avvicinava la sua lente di significante ingrandimento, e quando questo straccio di nube era giunto al suo fuoco guardava queste bianche sferulette. Esaminando una nube alquanto illuminata anche ad occhio nudo, egli ne scorgeva i globetti che la componevano, ed i quali, aggirandosi e galleggiando per l'aria, mostravano colla loro leggerezza di essere vuoti di acqua. Questa composizione è confermata da un decisivo esperimento dello stesso illustre naturalista: avendo esposto in un'aria tranquilla ed alla viva luce dei raggi del sole un vaso contenente un liquido in ebullizione, nero o quasi tale, come per esempio, il caffè o l'inchiostro, vide, una quantità di fumo, cioè una specie di nebbia più o meno densa, che da questo liquido si svolgea, e la quale, elevandosi e dissipandosi gradatamente nell'aria, finalmente scompariva affatto; osservando allora attentamente questo fumo con una lente, lo vide composto di tante vescichette rotonde, biancastre, disgregate fra loro, ed analoghe affatto a quelle che costituiscono le nubi.

Le nubi si aumentano a poco a poco per l'addossamento di nuova quantità di vapori, ed ondeggiano per qualche tempo nelle alte regioni dell'aria, perchè le piccole vescichette del vapore acqueo hanno un peso specifico all'incirca uguale, se non maggiore, di quello dell'aria, a causa della pellicola liquida che le circonda: ma è ancora enigmatico per i fisici, come, ad onta di un tal eccesso di densità, questi vapori vescicolari possano restare sospesi per giorni interi nell'aria. Il Gay Lussac crede, che le correnti di aria calda che incessantemente si elevano dalla terra nel giorno, molto contribuiscano a determinare l'ascensione e conservare la sospensione delle nubi; ma il Berzelius saggiamente riflette, che questi due fenomeni non hanno alcuna relazione col riscaldamento dello strato inferiore dell'atmosfera, o della parte esterna delle nubi medesime, perchè queste conservano ugualmente il loro posto per tutta la notte. Il Fresnel supponea, che le nubi ascendano, però, essendo più calde della circostante atmosfera per l'azione del sole, col loro calorico dilatandola ne siano spinte; e ridotte da questo calorico alla forma di tante *mongolfiere*, si elevino ad altezze tanto maggiori, quanto è più considerabile l'eccesso della loro temperatura. Provava egli questa sua ipotesi facendo osservare, che il termometro

del De Luc segnava qualche grado d'innalzamento all'avvicinarsi di una densa nube alla terra, e di abbassamento quando questa scompariva, benchè i raggi del sole attraversassero un'aria purissima. Le accennate due cause, quella cioè adottata dal Gay Lussac e l'altra allegata dal Freshel, sono senza dubbio efficacissime a produrre gli indicati effetti, ma abbiamo ancora troppo pochi dati sulla vera costituzione delle nubi, e sulle proprietà dei vapori o degli altri elementi che le compongono, per tentare una completa spiegazione di questo fenomeno: non ponnosì azzardare, che congetture più o meno ardue ed analoghe allo stato delle attuali cognizioni fisiche, sulle cause determinanti la forma delle nubi, la loro estensione, il loro movimento, il loro colore, e tutte le loro apparenze cotanto variate, di cui i meteorologi debbono fare uno studio particolare.

Quello che ora può dirsi di certo intorno a questo argomento, si è, che in generale le nuvole sono ad un'altezza sempre minore del termine superiore della congelazione, e che le burrascole sono sempre le più basse perchè più dense. — Secondo i calcoli di taluni fisici esse non possono ascendere al di là di 200 tese.

Quando però si considera, che il vertice dei più alti monti è continuamente coperto di nevi, le quali provengono dalle nubi e dai vapori che si condensano a tant'altezza, volentieri comprendesi che le nubi possono montare sino ad un'altezza ben prodigiosa: infatti, il Monte Bianco, che fa parte delle Alpi, si eleva per 4775 metri al di sopra del livello del mare, ed è la più alta montagna di Europa; il Chimborazo, una delle punte la più elevata delle Ande, in America, giunge all'altezza di 6530 metri o circa 20,000 piedi; ma per quanto sia grande quest'altezza, essa non è maggiore di quella dei monti di Himalaya, nel Tibet, in Asia, il di cui picco più elevato è di 7821 metri, cioè più d'una lega e mezzo perpendicolare, al di sopra dell'Oceano. Quelli che han viaggiato su questi monti, hanno spesso attraversato delle nuvole che loro nascondevano la veduta del cielo, e che di poi hanno loro occultato il fondo delle valli: ma anche nelle maggiori eminenze la terra è bagnata dalle nubi che vanno colà a riposarsi, e questa continuata umidità alimenta il corso dei fiumi e de' ruscelli che frequentemente sboccano ai piedi di questi monti. Così,

per effetto di una Provvidenza infinita, le nubi equivalgono a dei canali aerei destinati a distribuire l'acqua nelle diverse contrade della terra.

Le nubi si presentano sotto forme così variate, che non si può precisarle: solo può dirsi che queste forme sono oltremodo bizzarre in tempi uraganosi, e quanto più appaiono lacere e cenciose tanto più sono temporalesche. L'elettricità, di cui sono sovraccaricate, ne disgrega e allontana le parti e le fa in brani.

Circa il colore delle nubi, sembra potersi dire qualche cosa di più preciso: esse sono biancastre quando riflettono tutta la luce solare senza punto decomporla, e quando non sono sufficientemente dense per divenire opache; nel caso opposto esse sono di color tetro e caliginoso, e talora azzurrastre o nere: — nelle ore del mattino e della sera appaiono rossicce, onde i poeti dicono che l'Aurora asperge di rose il sentiero che è battuto dal sole. E tutte queste gradazioni di tinte, non possono provenire che dalle varie modificazioni, sia d'inflessione, sia di scomposizione, che ai raggi luminosi imprime i vapori vesciculari che le compongono.

Non posso ugualmente precisare il volume e la spessezza delle nubi; volendosi quest'ultima determinare dalla quantità di pioggia ch'esse versano, se ne dovrebbe inferire che sono ben diverse sotto questo rapporto: ma le nubi non sono che un ammasso di vapori, le particelle acquose vi si trovano in uno stato di maggiore o minore condensazione; dunque la pioggia ch'esse forniscono è relativa piuttosto alla loro densità che al loro volume. Da ciò rilevasi, quanto incerti sarebbero i risultati che offrirebbero questi dati per lo scioglimento del problema.

D'altronde, nell'atto che una nube si squarcia, è in parte trasportata dai venti in diverse contrade, ed in parte, resistendo a questo potere motore, rimane tuttavia nel suo posto. Intanto, prendendo in considerazione la trasparenza ossia il potere rifrangente delle nubi, e fondandosi sulle osservazioni degli aereonauti e sui volumi di acqua che da esse si precipitano, taluni fisici ne hanno inferito, che la loro spessezza è talvolta oltre modo notevole, specialmente in tempi uraganosi: e siccome in tale circostanza si sono ottenuti da una nube sino a due pollici di acqua nell'intervallo di una mezz'ora, si è presunto da ciò che questa nube dovesse avere almeno cento

piedi di spessezza: ma questo calcolo è soggetto a molti errori per dovercene occupare più estesamente.

Quando le nubi giungono ad acquistare una certa densità, cominciano, per gradi, a discendere; e quando i vapori sono pervenuti in uno strato di aria più calda, ridisciolgonsi a poco a poco, finchè quest'aria non sia giunta al *maximum* di umidità. In tal modo, intere nubi possono abbassarsi e scomparire, dissipandosi la imminente procella che minacciavano, senza che cada una sola goccia di pioggia. L'aria interposta tra la terra e la superficie inferiore delle nubi si approssima al suo *maximum* di umidità, perchè le nubi, occultando la diretta azione del sole, producono che l'atmosfera si raffreddi e diminuisca la forza espansiva del gasse acqueo. Quando l'atmosfera giunge a questo termine, l'igrometro segna una umidità crescente, la quale, pervenuta che è al suo *maximum*, poco prima o poco dopo di questo momento incominciano a cadere le prime goccioline di pioggia.

Dicesi *pioggia* quella meteora costituita da una serie di gocce d'acqua più o meno grosse, che cadono dall'atmosfera in una estensione più o meno grande di paese, ed in un tempo più o meno lungo.

Fin dalla istituzione delle accademie reali delle scienze di Londra e di Parigi, i loro membri conobbero, che la quantità di pioggia la quale annualmente cade sullo stesso suolo, è un elemento meteorologico importantissimo a determinarsi, per la grande influenza di questa osservazione su i prodotti della terra, sulla salubrità delle stagioni e sulla quantità d'acqua portata dai fiumi. La ricerca dell'origine delle fontane, avendo suggerito al Mariotte l'idea di tenere esatto conto della pioggia, questo fisico ritrovò, che tutta l'acqua caduta in pioggia nell'estensione dei paesi che ne somministrano alla Senna, supera nove volte la portata di questo fiume.

A misurare la quantità di acqua che cade in pioggia, neve, grandine ec., si fa uso di uno strumento chiamato *pluviometro*, cioè misuratore della pioggia. Per mezzo di questo strumento si è conosciuto, che la quantità della pioggia differisce secondo i paesi, le stagioni e le annate. Del *pluviometro* parleremo più distesamente in fondo della presente Lezione.

La media quantità della pioggia annuale è massima nelle contrade equatoriali, e decresce col crescere della latitudine.

La quantità d'acqua che cade nella state è maggiore di quella che cade nel verno, benchè il numero dei giorni piovosi sia più considerevole in questa che in quella stagione.

Il numero dei giorni piovosi aumenta crescendo la latitudine: talchè a 12 gradi di latitudine boreale il numero medio annuo è di 78; tra i gradi 43 e 46, è di 105; tra i gradi 46 e 50, è di 134; e tra i gradi 51 e 60 è di 162: — l'ottobre è il mese più piovoso, e l'aprile il meno.

Le piogge dominano più di giorno che di notte: ed in generale la pioggia è molto abbondante in vicinanza dei mari, dei laghi e dei ruscelli.

Da una serie di osservazioni e calcoli accurati, fatti specialmente dal Cotte, risulta, che la media quantità della pioggia che cade su tutto il globo è di 865 millimetri: ora, essendo la superficie del globo uguale a 441,858,654 chilometri quadrati, la quantità di acqua che vi cade è maggiore di 381 miriametri cubici, dei quali 129 circa cadono sulla superficie arida, che è di 1,563,072 miriametri quadrati.

Altre osservazioni, fatte primieramente in Inghilterra, e poi ripetute in tutti i più rinomati osservatori fisici de' due Mondi e dell'Australia, provano, che esponendo due pluviometri della stessa capacità a varie altezze, e calcolando la quantità dell'acqua cadutavi in un anno, nel più elevato se ne raccoglie sempre una quota minore di quella che si trova nel meno innalzato: una differenza di 4 metri fra i livelli delle due stazioni, può occasionare una differenza di quasi 11 centimetri nella quantità del liquido, benchè l'acqua raccolta nella stazione superiore non ecceda i 49 centimetri. Si è ugualmente conosciuto, che le goccioline acquose sono tanto più grosse per quanto osservansi più vicine alla terra.

La presenza dei monti e dei boschi, e specialmente i venti freddi, sono le cause delle piogge dominanti: e di fatti fu osservato, che la maggior quantità di pioggia cade sulle più alte montagne. — Sulle vette delle Alpi sono alcuni giorni sereni; ma sulle Ande, in America, e sull'Imao Tibetano, montagne più alte che mai, secondo i ragguagli di tutti i moderni viaggiatori, i nubi di pioggia, od il fioccar

della neve sono fenomeni giornalieri dal principio dell'anno sino alla fine. Da ciò inferiscesi che quando le Alpi ed altre grandi catene di montagne, come i Pirenei, i Dofrini, l'Atlante, il Tauro, ec., eran molto più alte di quello che or sono, anche le piogge dominanti doveano in proporzione essere più copiose. E l'esame delle valli ove scorrono non solo i fiumi discendenti dalle Alpi, ma anche tutti quelli della Terra, prova ch'essi aveano anticamente nelle loro escrescenze un letto dieci, venti, cento volte maggiore dell'attuale.

Ogni catena di montagne deve dunque esercitare una influenza relativa alla sua elevazione; e vi sono delle località talmente poste riguardo ad esse, che o non vi piove mai o di rado: — anche le colline un poco elevate influiscono secondo la direzione delle nubi, e specialmente di quelle che nuotano nella bassa atmosfera; infatti non piove quasi mai in una parte dell'Egitto, in Barberia, nei deserti dell'Africa, in Arabia ed in vari altri paesi meridionali dell'Asia.

Similmente nel Perù non piove mai, ma per gran parte dell'anno l'atmosfera è costantemente oscurata da densi vapori, o da nebbie chiamate *garuas*; e la stessa mancanza di pioggia si fa osservare su di una gran parte della costa occidentale Americana dal Capo Bianco sino a Coquimbo.

Piove al contrario per tre quarti dell'anno sulle coste della Guiana, nell'istmo di Panama, e nei paesi che si estendono dal Capo Lopez sino all'equatore.

Sulla costa di Malabar (India), cadono ogni anno 7 ad 8 piedi d'acqua. E vi sono delle contrade sotto la zona torrida, e fra le altre sulla costa orientale dell'America, sulla costa occidentale dell'Africa, in cui le piogge regnano solo per alcune stagioni. — Durano esse sei mesi in Abissinia, dal principio d'aprile sino alla fine di settembre, e sono la precipua cagione della periodica inondazione del Nilo nel Sennaar, in Nubia ed in Egitto.

I boschi, aumentando l'altezza de' monti di quanto è quella degli alberi, ed avendo questi la speciale proprietà di attrarre e sciogliere le nubi, debbono indubitatamente concorrere a rendere copiose le piogge dominanti. I boschi quindi debbonsi religiosamente conservare sulla cima dei monti per non fare esaurire i fonti ed i ruscelli, e per giovare all'agricoltura.

Le direzioni dei venti relative ai monti, il clima, lo stato abituale dell'atmosfera, essendo altrettante cause principali della pioggia, ne risulta che la media quantità di acqua che cade dall'atmosfera in un dato luogo, è all'incirca la stessa in ogni anno.

Il seguente quadro contiene i risultamenti delle analoghe osservazioni fatte in alcuni siti per più di cinquanta anni, e che oggi con più alacrità si continuano a fare negli osservatori dei due Mondi e dell'Australia nell'Oceanica; poichè, com'ognun sa, nella Nuova Galles Meridionale fu fondato da vari un osservatorio a Paramatta.



TAVOLA

DELLE QUANTITA' MEDIE DI PIOGGIA RACCOLTE
IN DIVERSI PUNTI DEL GLOBO.

| | | |
|---|-----|------------|
| Capo Francese (isola Haiti, una delle Grandi Antille) | 308 | centimetri |
| Granada (una delle Piccole Antille) | 284 | |
| Tivoli (Haiti) | 273 | |
| Garfagnana (Ducato di Modena) | 249 | |
| Bombay (India, nel Concan) | 208 | |
| Calcutta (India, nel Bengala) | 203 | |
| Rendal (Inghilterra) | 156 | |
| Genova | 140 | |
| Carlestown (Washingtonia) | 130 | |
| Joese | 129 | |
| Pisa | 124 | |
| Milano | 96 | |
| Napoli | 95 | |
| Douvres (Inghilterra) | 96 | |
| Viviers (Francia) | 92 | |
| Lione | 89 | |
| Liverpool (Inghilterra) | 85 | |
| Manchester (idem) | 84 | |
| Venezia | 81 | |
| Lilla (Fiandra) | 76 | |
| Utrecht (Belgio) | 73 | |
| La Rochelle (Francia) | 66 | |
| Parigi | 56 | |
| Londra | 53 | |
| Marsiglia (Provenza) | 47 | |
| Pietroburgo | 46 | |
| Upsala (Svezia) | 43 | |

La quantità media della pioggia che cade in Napoli, secondo i calcoli fatti dal Sirau nel principio dello scorso secolo e ripetuti poi dal Casella, è di 35 pollici annuali (84,745 centimetri); ma dee considerarsi questa come un risultamento di annate straordinariamente piovose, poichè le osservazioni fatte dal Cirillo, per 10 anni consecutivi, e quelle eseguite per molti anni nell'osservatorio di Capodimonte, posto a 156 metri sul livello del mare, dal Brioschi, al levare del sole, e dalle 2 alle 3 pomeridiane, e continuate poi dal Capocci, danno una quantità media annuale appresso a poco di 30 pollici (81,210 centimetri).

Secondo il Lamethèrie la quantità media delle piogge annuali d'Italia è di 26 pollici verso l'Adriatico, e di 39, 8, 5 verso il Tirreno. Ma per i computi instituiti dal Giovine, se ne ha una di 25,5, e di 39,3 $\frac{1}{2}$ per quei due declivi, e di 32,2 $\frac{45}{100}$ per tutta l'Italia. — Dalla tavola riferita dal Toaldo si rileva però che quella di tutta l'Italia è di pollici 41,6 $\frac{24}{100}$ (41,2395 centimetri).

Le piogge abbondantissime non meritano minore attenzione delle ordinarie. Citeremo all'uopo i seguenti fatti notabili.

A Bombay (India, nel Concan) caddero in un solo giorno (addì 24 luglio 1819) 6 pollici di acqua, o 16 centimetri; quantità quasi uguale al terzo di quella che cade a Parigi in un anno.

A Cayenna (America, nella Guiana) il contrammiraglio Rousin vide cadere (era nel mese di febbraio) in 10 ore più di 10 pollici di acqua, metà precisamente di quella che cade a Parigi in tutto l'anno.

A Genova in una pioggia dirotta, occasionata per quanto sembra da una tromba, caddero (addì 25 ottobre 1822) fino a 30 pollici di acqua, o 82 centimetri; e questo è uno dei più sorprendenti risultamenti che possa all'uopo citarsi...

Le così dette *piogge prodigiose* sono causate dalle sostanze eterogenee che l'acqua seco trascina dall'aria che attraversa, o dalla superficie del suolo su di cui scorre. — Lo Spangenberg riferisce, che nel ducato di Mansfeld avvenne nel 1558 una pioggia sulfurea: — Olo Wormio ne descrive un'altra caduta a Copenaghen, nel 1646: — il Siegesbek riporta quella che cadde a Brunswick in ottobre del 1721. — Ma questo preteso solfo caduto in pioggia, altro non è che un eccesso di polline tolto e trasportato dalle acque

piovane dai fiori maschili di alcune piante unisessuali, come particolarmente si osserva in vicinanza delle foreste di abeti e di pini: e ciò fu in qualche modo conosciuto dallo Schenzero, poichè egli asserisce, che nel 1653, cadde insieme colla pioggia una materia combustibile affatto simile alla polvere (polline) dei pini novelli, dei quali v'era una selva vicina al luogo ove la detta pioggia cadde.— La stessa origine hanno le piogge di sangue e simili. . .

Esposti i fatti, si è nel caso di rintracciare le cagioni della pioggia.

Aristotile e gli Atomisti dissero, sull'origine di questa meteora, che i vapori acquosi sollevati dal calorico solare nella seconda regione aerea, pel freddo ivi incontrato si condensano in piccole gocce insensibili di acqua, le quali, perchè leggerissime, non possono vincere la resistenza dell'aria; ma ascendendo sempre nuovi vapori, condensandosi ed aggiungendosi alle prime goccioline, ne aumentano finalmente di tanto il peso da poter cadere pella propria gravità.

Indi furono le nubi assomiglianti a delle spugne, le quali lasciano cadere sotto l'aspetto di pioggia tutta l'acqua di cui si trovano più o meno cariche, quando sono compresse dai venti o dal freddo dello strato atmosferico in cui giungono.

Il Cartesio suppose, che qualora i vapori sospesi nell'aria conservino sufficiente moto per incontrarsi scambievolmente ed insieme comporsi in goccioline acquose, si produce la pioggia; ma che quando hanno perduta ogni forza, si fermano e si accozzano senza ordine alcuno, e generasi in tal caso la neve: secondo questo filosofo, il freddo atmosferico, i venti, e l'aggiunta di nuovi vapori esalati dalla terra non sono che cause secondarie, le quali di rado contribuir possono alla produzione della meteora; ma la causa principale dello scioglimento di una nube in pioggia è l'aria calda che sollevasi dalla superficie della terra dietro un vento improvviso; poichè penetrando questa tra le nubi, discioglie in acqua i piccoli fiocchi di neve o il sottilissimo ghiaccio di cui questi compongonsi.

Quando il progresso della fisica dimostrò erronea la spiegazione del Cartesio, si opinò, che i vapori acquosi, non potendo più conservare lo stato elastico, si sciolgono in pioggia, attribuendosi il potere condensante alla copia di tai vapori maggiore della suscettibilità del-

l'aria a contenerli, al freddo atmosferico, all'azione dei venti ed alle circostanze locali.

Solo il Lavoisier, pieno di entusiasmo per la scoperta da lui fatta della composizione dell'acqua, dovette alquanto da questa giusta ipotesi, asserendo, che l'acqua della pioggia poteva anche formarsi nell'atto stesso in cui cade. Le ragioni da lui addotte in appoggio di questa sua opinione furono le seguenti: — poichè una gran massa di gasse idrogeno continuamente svolgesi dalla superficie della terra e passa pella sua leggerezza nelle più alte regioni dell'atmosfera, questo gasse acceso dalla scintilla elettrica, si combina coll'ossigeno dell'aria, e produce quelle piogge copiose che spesso inondano i campi, fanno crollare gli argini i più poderosi e cagionano incalcolabili rovine. Ma questa ipotesi, benchè derivata da una chimica esperienza, non fu adottata dai fisici, perchè troppo contraria alle osservazioni dei fenomeni della pioggia.

Oggi dunque riguardansi come cause della meteora tutte quelle circostanze che possono condensare i vapori acquosi sospesi nell'atmosfera. — E primieramente, qualora questi vapori oltremodo rarefatti dall'azione del calorico, giungano nelle più alte regioni dell'aria, pel freddo che ivi incontrano condensansi e piombano pel proprio peso: e' non debbonsi però riguardare che come i primi embrioni della pioggia, poichè attraversando i sottoposti strati aerei concentrano e riuniscono a loro altri vapori, ed acquistano così quella grossezza proporzionatamente maggiore o minore, che è propria delle goccioline della pioggia. Similmente, questa prima gocciolina abbassando la temperatura dello spazio atmosferico che percorrono, obbligano i vapori in esso contenuti a riconcentrarsi e precipitare alla superficie della sfera del nostro pianeta. — In secondo luogo, tutte le volte che per una causa qualunque, l'abituale stato dell'aria soffre un'alterazione di temperatura o di densità, i vapori in essa sospesi, non essendo più in equilibrio colla medesima, precipitano e ricadono per l'eccesso del loro peso. Questo principio dà ragione del seguente fenomeno, che avviene solo nella state e quasi sempre al tramontar del sole, nelle vallate o nelle basse pianure a poca distanza dai mari, dai laghi, dai fiumi, o di rado ne' luoghi elevati: mentre il cielo è puro e sereno, tutto ad un tratto s'ingombra di qualche rara nube che subito si scioglie in pioggia.

Ma una pioggia senza nube sembra dapprima impossibile; nonostante è questo un fatto che avviene, quantunque generalmente sia poco noto.—Vi sono dei fenomeni straordinari sui quali la scienza possiede poche osservazioni, per la ragione che coloro ai quali è stato concesso di vederli, evitano di parlarne, temendo passare per visionari o per uomini senza discernimento.

Nel numero di questi fenomeni poniamo certe piogge delle regioni equatoriali. Qualche volta, fra i tropici, piove nel tempo che l'atmosfera è purissima, e il cielo mostrasi del più bello azzurro! Le gocce non sono fitte, ma superano in grossezza le più larghe gocce delle piogge burrascose dei nostri climi.

Il fatto è certo, e ne abbiamo per testimoni e garanti l'Humboldt, famoso, che l'ha osservato nell'interno del continente americano, e l'intrepido nocchiero Beechey, che lo ha veduto succedere in alto mare: ma quanto alle circostanze dalle quali così prodigiosa precipitazione di acque può dipendere, elle non ci sono note.

In Europa, osservasi qualche volta con un tempo freddo, e perfettamente sereno, cadere lentamente, nelle ore mediane, de' piccoli cristalli di ghiaccio, il volume dei quali viene aumentato di tutte le particelle di umidità ch'essi congelano nel tragitto della loro caduta; ora, perchè questa analogia non potrebbe porre i meteorologi in sulla strada della desiderata spiegazione di tutto intero il fenomeno? Forse le grosse gocce d'acqua suddette, non furono in principio, nelle più eccelse regioni dell'atmosfera, che tenui particole di ghiaccio eccessivamente freddo; quindi, più in basso, per via di agglomerazione, dei grossi chicchi di grandine; e nei più imi strati atmosferici, dei ghiaccioli fusi o acqua. . .

Quando i nuvoli sono spinti e compressi da venti opposti, i vapori che li costituiscono riuniscono e sciolgono in pioggia.

Il condensamento dei globuli acquosi dei nuvoli, può prodursi anche quando un vento orizzontale, soffiando al di sotto di essi, rompe l'aria che li sosteneva, e gli obbliga a cadere per rimpiazzare quella specie di vuoto cagionato dall'istantaneo moto dell'aria.

Lo stesso effetto ha luogo quando i nuvoli sono spinti o contro i monti, o contro i folti boschi, o contro la terra da venti superiori che soffiano per queste direzioni: per tal ragione nei paesi monta-

gnosi piove più frequentemente che nei piani.—Vedi quanto dicemmo nella Lezione precedente parlando dei venti umidi e secchi. . .

L'elettricità è uno dei principali agenti da mettersi a calcolo. Quando infatti una nube s'incontra con un'altra, carica di elettricità contraria, queste due nubi si attraggono scambievolmente e si frastagliano, e le loro molecole acquose accozzandosi si compongono in goccioline di pioggia, che ordinariamente sogliono esser ben grandi; ed in tal caso la pioggia è copiosa, ma di breve durata. La pioggia raddoppia allorchè le particelle acquose componenti un nuvolo uraganoso ed oltremodo elettrizzato, dispergendosi per l'esplosione fulminea, s'ingrossano per l'addizione dei vapori che incontrano nell'atmosfera, e piombano quindi con molta precipitanza. Similmente quando i nuvoli sono elettrizzati positivamente e la terra negativamente, cioè quando quelli contengono una quantità di elettrico maggiore di quello che loro abitualmente compete, e la terra n'è momentaneamente in difetto, come si osserva in tempo di uragano, le molecole acquose componenti la superficie inferiore delle nuvole sono attratte dalla terra, e vi cadono sotto l'aspetto di grossa, ma rara pioggia.

La pioggia la più intensa e pericolosa, per le funeste conseguenze che l'accompagnano e pei notabili danni che produce, è quella che cade quando una nube si squarcia e crepa istantaneamente. La ragione, che si assegna di questo terribile fenomeno, è la seguente: talvolta i venti violenti spingono i nuvoli ed una considerabile quantità di vapori contro le montagne: allora forzati questi ad addossarsi ed addensarsi, quando giungono ad offrire un peso ed un elatore superiore alla forza dei venti, si sciolgono, cadono in massa e si precipitano con violenza producendo un diluvio di pioggia, ed inondando intere contrade, ove le acque cagionano dipoi de'rovesci spaventevoli. Questo effetto può ugualmente aver luogo quando i venti uraganosi, che soffiano in opposte direzioni, privano in un momento il nuvolo di tutta l'elettricità di cui è carico, e lo condensano sotto un volume di acqua considerevole.

Il Dalton, adottando l'ipotesi dell'Hutton sulla causa della pioggia per la diversa quantità di acqua che cade tra la state ed il verno, ragiona nel modo seguente. L'Hutton crede, che qualora due masse di aria di diversa temperatura e sature perfettamente di va-

pori, sono mischiate insieme dall'azione dei venti; i vapori che essi contengono si sciolgono in acqua e precipitano in pioggia: una precipitazione di acqua, sebbene in minor dose, si ottiene anche colla miscela di due masse di aria non perfettamente satura di vapori. Date le altre cose uguali, la quantità dei vapori che si precipita corrisponde esattamente alla temperatura: più questa è bassa, maggior copia di quelli si scioglie. Per mezzo del calcolo, dalle osservazioni del Dalton si deduce, che la quantità di acqua che l'aria contiene nel mese di luglio, supera di quattro pollici inglesi quella che ha in gennaio. Quindi, se nei mesi e paesi più caldi l'aria è più pregna di acqua vaporosa che nei freddi, è ben facile dimostrare, perchè la pioggia sia più abbondante in questi che in quelli. Intanto le osservazioni del De Luc e del Sausurre fanno sorgere tali dubbii sull'esposte ipotesi dell'Hutton e del Dalton, che non fanno adottarne alcuna, e ci obbligano anebe a riguardare la pioggia come una meteora non peranche abbastanza spiegata.

Giova ad ognuno conoscer la legge de' periodi medii che la pioggia segue nel proprio paese, potendosi applicare con vantaggio alla cultura del proprio suolo. È ben noto di essere l'acqua il veicolo dei materiali nutritivi delle piante, e l'unico alimento da cui la vita di queste immediatamente dipende. Le piante appassite pel calor del sole perirebbero bentosto se una pioggia benefica non venisse a soccorrerle in questo stato di mortale languore; e così i teneri virgulti, le foglie, i fiori, tutti gli organi insomma si raddrizzano, riprendono il loro natural vigore e la loro turgidezza, e di nuovo espongonsi alle dolci carezze dei zeffiri. Il terreno più fertile e meglio preparato, ma privo di ogni grado di umidità, diverrebbe affatto insufficiente al sostentamento delle medesime. I curiosi esperimenti del Bertholon provano in modo decisivo la vantaggiosa influenza dell'acqua elettrizzata sulla vegetazione. L'acqua della pioggia, essendo di tal natura, riesce di utilissimo alimento a fronte di qualunque artificiale irrigazione. La vegetazione non mai si mostra più prospera e brillante che dopo una pioggia procellosa; le ortaglie e le altre piante erbacee, gli alberi e la fruttificazione, ne appalesano i maggiori ed immediati vantaggi; onde a ragione le piogge si debbono riguardare come le sorgenti della fertilità. La pioggia, nettando la superficie delle piante, ne favorisce la traspirazione e l'assorbimento.

Quest'acqua, in fine, perchè satura di gasse acido carbonico, che assorbiace attraversando l'atmosfera, somministra alle piante uno dei più utili agenti della vegetazione. Così malgrado le funeste conseguenze alle quali possono dar luogo le piogge violenti e di lunga durata, essendo esse degli effetti passeggeri ed accidentali, i vantaggi che procurano non sono meno inapprezzabili. Non è men certo che le inondazioni prodotte dalla straripazione dei fiumi, dei ruscelli e dei torrenti in seguito delle piogge dirotte, conducono e depositano nelle sottoposte pianure e valli una terra molle ed un limo fecondante, che ne accresce la feracità.

Del resto, è dal mezzodì che vengono le piogge calde ed abbondanti, che recano la fecondità in tutto il globo. I paesi più caldi della terra essendo quelli situati sotto l'equatore, in questi dee anche sciogliersi maggior copia di acqua. Infatti sotto la zona torrida la pioggia e le tempeste si manifestano con maggiore energia.

Quando il sole è nel tropico del Cancro, cioè da marzo sino a settembre le piogge e le tempeste sono sì abbondanti nelle contrade vicine a questo tropico, che i vegetabili vi s'imputridiscono, e la coltura vi diviene infruttuosa. È questa allora per la terra la stagione del riposo, è questo il verno di quei climi.

Quando il sole descrive il tropico del Capricorno, o da settembre sino a marzo, l'aria è più temperata, ed i calori meno violenti non producono che piogge fecondanti. È questa la stagione della coltura e della raccolta de' frutti.

Così, mentre le nostre contrade sono coperte di neve e di gelo, i paesi vicini al tropico del Cancro godono delle dolcezze della estate; e nella nostra state, gli abitanti di queste contrade hanno alternativamente un insoffribile calore o terribili tempeste.

L'agricoltore al contrario sperimenta talvolta le funeste conseguenze della pioggia, la quale, raccogliendosi in gran copia, dispone al marcimento le radici, e particolarmente quelle delle piante erbacee; e nuoce alle piante in fiore o in alligazione, o perchè il suo urto meccanico ne distacca i fiori, o perchè di questi turba la fecondazione. È un fatto costante, e conviene pur dirlo, che le continuate piogge estive producono la corruzione; che qualora piova in abbondanza nei mesi di giugno, luglio ed agosto le raccolte sono mediocri, e che l'annata è fertilissima se piove nei mesi

di aprile e di maggio. I coloni conoscono queste verità, ed anche Ovidio avvertì, che i tempi asciutti e sereni, che secondano la fioritura, annunziano abbondanza di frutta. E si è conosciuto generalmente che una fredda pioggia conviene più che una calda alle produzioni della terra.

Conoscendo l'esperto agricoltore i sommi vantaggi, non che i danni della pioggia e l'epoca media di essa nel proprio suolo, potrà meglio dirigere la coltura del suo campo per ricevere dalla floridezza dello stesso il meritato compenso delle sue fatiche. . .



APPENDICE

DEL PLUVIOMETRO.

L'istrumento col quale misurasi la quantità di acqua, che cade in forma di pioggia, neve, grandine, o sotto qualunque altro aspetto, chiamasi *pluviometro*, cioè misuratore della pioggia.

È desso un vaso di una nota capacità, per esempio di un piede cubico, esposto all'aris: — il vaso più ampio è sempre preferibile, meglio misurando le piccole piogge.

Questo vaso dev'essere di piombo, o di altra materia non ossidabile.

Perchè l'acqua in esso caduta non svapori, vi è nel fondo un foro, da cui uscendo il liquido vien ricevuto in un secondo vaso ben custodito.

Terminata la pioggia, se ne osserva la quantità: — se la gravità specifica dell'acqua piovana fosse costante, si potrebbe pesarla: la si può però travasare in misure cubiche esattissime di diversa capacità; ma è meglio graduare un lato del secondo vaso, ed osservare l'altezza a cui l'acqua è ascisa.

Un pluviometro, secondo la generale odierna costruzione, è un cilindro di rame di sei ad otto pollici di diametro, composto di un recipiente e di un serbatoio.

Il recipiente di figura conico e forato, adattasi ermeticamente sul serbatoio. Nel fondo di questo prende origine un tubo ricurvo, che si rileva lungo la parete esteriore, ove riceve un tubo di vetro diviso in parti uguali, per indicare l'altezza del liquido interno. — Si misura esattamente la superficie del primo recipiente; si determina colla voluta misura di capacità quella del serbatoio per conoscer

la quantità di liquido corrispondente alle varie divisioni del tubo di vetro; e facilmente se ne deduce poi la quantità di pioggia, cioè la spessezza dello strato ch'essa avrebbe formato in un vaso di fondo piano ed orizzontale. — Il pluviometro dell'Osservatorio di Parigi è un recipiente di 76 centimetri di diametro con una vaschetta di 24; talchè la sua superficie è la decima parte di quella del recipiente.

S'impiegano anche de' piccoli vasi graduati per misurare le poche quantità di acqua, i quali vasi pongonsi su sgabelletti di legno, ove sono rinchiusi il serbatoio, la vaschetta ed i tubi graduati. . .

A questo istrumento di difficile costruzione e dispendioso acquisto, si potrebbe sostituire quello inventato dal Tardy de la Brossy attesa la sua semplicità, la sua facile costruzione, e la tenue spesa nel suo acquisto. È desso un vaso di latta conformato a guisa di due piramidi quadrilatera, opposte fra loro nelle basi; la superiore di esse è troncata per metà, e parte dal vertice dell'inferiore un tubo pure di latta lungo in modo da condurre l'acqua del vaso in un luogo accessibile all'osservatore, e chiuso con una chiavetta.

L'istrumento deve porsi in un luogo scoperto, talchè nulla si opponga alla caduta della pioggia anche quando non cade tranquilla ed a piombo. Accanto all'istrumento non debb'esservi alcuna parte del tetto più alta di esso, per non farvi zampillare parte di quella pioggia che non dovrebbe cadervi: la bocca del pluviometro deve livellarsi perfettamente, e dee fissarsi in modo da non essere smosso dall'urto de' venti.

In un giornale meteorologico si nota la quantità di acqua misurata in ogni giorno; se ne deduce l'acqua di un mese; e si sommano infine le misure dei dodici mesi, e si ha così la quantità totale dell'acqua caduta in pioggia in un anno intero. Se queste osservazioni dassero, per esempio, 95 millimetri, si direbbe, che se l'acqua caduta nel dato sito non fosse scorsa via o evaporizzata o assorbita dal terreno, sarebbe giunta a questo segno; ed essendo la stessa quantità di acqua caduta in tutta l'estensione del territorio, dopo un anno questo sarebbe stato inondato sino all'altezza di 95 millimetri. . .

LEZIONE L.

DELLE METEORE DI ACQUA SOLIDE

Nella presente Lezione ragionasi del gelo e dei suoi effetti, della neve e della grandine: ed anche in ciò seguiamo il precitato meteorologo Paci.

Quando la temperatura dell'aria discende di qualche grado al di sotto dello zero termometrico, l'acqua comincia a coprirsi di una crosta solida, che acquista maggior spessezza a misura che il freddo più dura e diventa più intenso. Questa crosta è quella che chiamasi gelo o ghiaccio.

Non tutte le acque sono ugualmente capaci di gelare. Quelle che sono pregne di sali e di sostanze terrose soffrono un freddo più intenso in preferenza delle più pure.

La forma che l'acqua prende gelando, è più o meno regolare secondo l'intensità del freddo che l'obbliga alla solidificazione. A pochi gradi al di sotto dello zero la congelazione è una vera cristallizzazione; il ghiaccio rappresenta un assortimento di aghi più o meno grossi, tra di loro intersecati e piantati gli uni sugli altri ad angoli divergenti. Ad un grado poi di freddo molto intenso, l'acqua diviene una massa informe, scabrosa nella superficie, ripiena di bollicine aeree, e specificamente più leggiera dell'acqua, per l'aumento di volume che questa subisce nel solidificarsi a causa della nuova disposizione delle sue parti.

La dilatazione dell'acqua nel cambiarsi in gelo fa galleggiare i ghiacci sulle acque, fa screpolare i condotti delle fontane, fende

e schianta le pietre, e gli alberi, solleva i lastricati delle strade e scoscende le cime dei monti.

L'adesione con cui le parti del ghiaccio si mantengono unite è tale, che può ridursi in polvere. È desso oltremodo elastico, ha sa- pore piccante, evapora all'aria, e lentamente si scioglie.

I seguenti fatti provano, che la spessezza del ghiaccio è relativa al freddo che lo produce. — Nei climi settentrionali, in Russia, in Lapponia, ec., nella Groenlandia, Behringia, ec., nelle terre ed isole Magellaniche, la sua spessezza è di molte braccia: nei mari circumpolari vedonsi monti di ghiaccio dell'altezza di più centinaia di piedi; ed è ormai provato, che sotto ambi i poli esiste perennemente una massa di ghiaccio di meravigliosa spessezza. — Al contrario, il calore che regna costantemente nella zona torrida, rende in queste regioni i geli affatto ignoti, almeno nelle pianure, poichè in tutti i climi della terra il vertice degli alti monti è eternamente velato dalle nevi e dalle brine, o carico dal ghiaccio. Nei nostri climi temperati finalmente, i ghiacci invernali sono vari al pari del grado di freddo onde vengono prodotti.

Quando per le leggi dell'equilibrio l'acqua comincia a raggirare il suo calorico nella soprastante atmosfera, per gradi la si raffredda; e quando si è sufficientemente raffreddata, e il freddo atmosferico ancora persiste, allora la densità del liquido si aumenta per la perdita del calorico; quindi prova una sensibile diminuzione di volume, senza perdere però la sua fluidità, ma finalmente si congela.

Il suo raffreddamento aumentandosi anche per la evaporazione provocata dall'aria secca de' tempi rigidi, il primo strato del ghiaccio spesso si trova sospeso di qualche pollice al di sopra degli strati inferiori; quindi, nel caso specialmente d'una superficie molto estesa, come quella di uno stagno, il ghiaccio, obbedendo al proprio peso, si piega, e ricade nel sottoposto strato di acqua; producesi allora un'altra crosta, la quale si unisce alla prima; e rendendosi questa più forte per l'aumento di spessezza, mantiensì sospesa ad onta della diminuzione del liquido sottostante. — Generalmente però il ghiaccio segue i movimenti dell'acqua, e si depone continuamente alla sua superficie; il perchè, la sua crosta, dopo più giorni d'intensissimo freddo, acquista talvolta, considerevole altezza.

Frequentemente il ghiaccio nell'abbassarsi si fende nel mezzo,

cioè ad ugual distanza dai bordi, o in più parti, secondo la posizione e la forza dello strato; ma queste fenditure non sono che momentanee, perchè i vapori che continuo si elevano dall'acqua sottoposta, attraversandole si condensano sulle due pareti del ghiaccio, e le riuniscono riempiendo lo spazio che le separava: ond'è, che a misura che il freddo agisce con nuova forza su di una massa di ghiaccio, lungi da condensarla maggiormente determina anzi le molecole a prendere una tale posizione da farle acquistare un maggior volume, ed una maggior durezza.

Questo fenomeno somiglia a quello che avviene tuffando nell'acqua fredda una spranga di ferro rovente; il metallo diviene più duro, le sue parti prendendo una forzata posizione, che le sollecita a premersi scambievolmente con maggior forza: così quando si lascia gelare l'acqua in un vaso, questo si rompe, se il freddo prosegue ad operare sul ghiaccio che si è prodotto.

Talvolta questa forza fu sperimentata di prodigiosa intensità: un tubo di ferro della spessezza maggiore di un pollice, ripieno di acqua e sommamente raffreddato, dopo dodici ore si squarciò totalmente; e si è calcolato, che in tal caso il ghiaccio ha agito con una forza uguale a quella di 27,720 libbre!

La densità e durezza del ghiaccio è talvolta simile a quella del marmo. Nei paesi settentrionali, come nello Spitzberg, nella Groenlandia, in Islanda, e nelle parti del Grande Oceano prossime al polo australe, i ghiacci sono così duri, che resistono a grandissimi pesi ed a gravi colpi.

Nel 1740, essendo stato in Russia l'inverno molto più rigido dell'ordinario, per occupare gli artefici di Pietroburgo si progettò la costruzione di un palazzo di ghiaccio: il materiale fu somministrato dalla Neva nella spessezza di due a tre piedi. — L'edifizio, costruito secondo la più elegante architettura, era lungo 52 piedi, largo 46 ed alto 20: le mura aveano tre piedi di spessezza verso il suolo e due nella parte superiore: quando fu completato se ne colorarono le diverse parti spruzzandovi sopra l'acqua di varie tinte. — Vi furono piantati d'innanzi sei cannoni di ghiaccio, montati sugli affusti della stessa materia, e due mortai dello stesso calibro di quelli ad uso di guerra: i cannoni furono caricati con circa una libbra di polvere, ch'è appresso a poco il quarto della carica dei pezzi di bronzo;

la detonazione fu fortissima, ed una palla fatta di canapa fu da uno di essi proiettata alla distanza di sessanta passi, e traforò una tavola di due pollici di spessore. Dopo la scarica questi pezzi restarono intatti, quantunque le loro pareti non eccedessero i quattro pollici.

Qualche fisico, per dar ragione di questi fatti veramente sorprendenti, ha supposto, che nello stato liquido le molecole acquose sieno di forma sferica, d'onde la loro somma mobilità e sdruciolevolezza delle une sulle altre; ma che nell'atto della congelazione esse ne assumano un'altra ben differente, e propriamente la cubica: quindi ne ha dedotto, che nel ghiaccio si avverte la maggior densità e durezza quando le sue molecole sono congiunte per le loro facce; e che, al contrario, quando si toccano per gli angoli o pegli spigoli, la durezza, la densità, e il peso specifico del ghiaccio sono relativi alla grandezza degli angoli formati tra loro dalle facce di esse molecole: diguisatalechè, più divergenti saranno gli angoli, più grandi saranno i pori, e quindi più leggiero sarà il ghiaccio, ed al contrario.

Benchè da questi antecedenti sembri doversi inferire, essere il ghiaccio specificamente più pesante dell'acqua, pure non lo è, galleggiando esso alla superficie di questa; ma i solidi galleggianti discacciano un volume di liquido uguale al loro peso; il volume dunque dell'acqua, che cede il suo luogo al ghiaccio, è minore di quello dello stesso. È provato infatti, che l'acqua, nel passare dallo stato liquido al solido, aumenta di volume, poichè per la disposizione particolare, che in questa operazione le molecole prendono, i pori della massa acquosa s'ingrandiscono, oltre la maggior quantità di aria che può in tali pori frapponersi a preferenza di quelli dell'acqua.

Questa conseguenza però non dee far credere il ghiaccio un'acqua rarefatta; ad onta dell'opinione contraria del Galileo, esso non è che acqua condensata: nel fenomeno della congelazione, la sottrazione del calorico permette alle molecole acquose di agire le une sulle altre, con maggior energia che nello stato liquido. Il ghiaccio non avendo sempre la stessa densità, il suo peso specifico deve anche variare; e da quanto fin qui dicemmo, di leggeri s'intende, che il più grave debba essere quello che è più denso, ossia che ha pori più piccoli.

Le cause di questa differenza possono ridursi alle seguenti: — Quando il freddo, che produce la congelazione, è poco intenso, le molecole acquose non essendo prontamente e bruscamente attratte, hanno tutto l'agio di prendere quella disposizione che loro meglio conviene; si allungano esse tanto più facilmente quanto più la congelazione è lenta. — Al contrario, nei primi momenti di un freddo alquanto vivo, il calorico, che si sviluppa in abbondanza per equilibrarsi coll'atmosfera, separa tutte quelle molecole che in questo stato di dilatazione sono disposte a gelare.

La causa generale della varia densità del ghiaccio, è la evaporazione più o meno pronta che sempre producesi dal vento che seconda il freddo. Nei primi momenti infatti del congelamento, l'evaporazione è rapida come il comprova il prosciugamento delle strade, che talora compiesi in una sola notte. Il ghiaccio allora è leggiero, poco denso e poco puro; ma a misura che il freddo continua, i nuovi vapori sviluppati dall'acqua sottoposta, attraversando lo strato superiore di gelo penetrano ne'suei pori, e condensandovisi in parte li riempiono insensibilmente, e ne aumentano così la densità ed il peso specifico.

La superficie del ghiaccio presenta delle varietà, che meritano un breve esame: dessa è talora levigata al pari di un cristallo il più polito, ma spesso è anche scabrosa ed ineguale. — In generale, un'acqua tranquilla, la di cui superficie non è increspata da alcun vento, dà un gelo di superficie molto uniforme, soprattutto se la congelazione avviene per l'influenza di un intensissimo freddo; ma se la superficie del liquido è agitata dal vento nell'atto della congelazione, ne risulta un ghiaccio scabroso ed irregolare.

Appena la temperatura dell'atmosfera si raddolcisce, per l'influenza del vento di mezzodì o di quello di occidente, subito il ghiaccio comincia a liquefarsi. Le circostanze di questo fenomeno sono le seguenti: il vento secco e talora violento, che conservava il gelo è seguito da un altro dolce e quasi insensibile: spesso una nebbia molto densa altera la trasparenza della bassa atmosfera, poichè i venti che producono il disgelo, trasportando sempre un'abbondanza di vapori dei quali si sono caricati nell'attraversare i mari, questi vapori cedono all'aria molto fredda che vi rinvegono, una parte del loro calorico e si condensano in nebbia: di qui l'eccessivo umi-

do, che si depono sui muri, sugli alberi, sugli indumenti degli animali, e che, pel calorico che gli si sottrae dai corpi freddi si quali aderisce, cangiasi in densissima brinata. La terra ricopresi d'una crosta di ghiaccio, che deriva dalla istantanea congelazione delle goccioline acquose cadute su di un suolo agghiacciato; ma queste diverse croste di gelo non tardando a liquefarsi pel calorico che sottraggono a quelli stessi corpi ai quali lo cedettero nell'abbandonare lo stato vaporoso, provano, che tutte le circostanze del disgelo sono conseguenti a quelle dell'equilibrio del calorico.

Un altro fenomeno si avverte anche nel tempo del disgelo. L'aria interna delle abitazioni è sempre più calda della esterna. La ragione è la seguente.

Essendo l'aria umida più leggiera della secca, l'aria esterna che produce la fusione del ghiaccio, perchè satura di vapori, non può che difficilmente introdursi nelle abitazioni per la resistenza che le oppone l'aria interna, la quale è tanto più secca, densa ed elastica, quanto più intenso e durevole è stato il freddo, supposta anche la mancanza del fuoco artificiale capace di disseccarla ed aumentarne l'elasticità. A fine però di raddolcire la temperatura di una stanza, l'aria calda deve rimpiazzare non solo l'aria fredda dello spazio, ma anche quella che penetra pei muri, pei mobili e pei legni dei forzieri.

L'enorme forza espansiva del calorico si sperimenta anche nel fenomeno della liquefazione del ghiaccio; esso ne aumenta il volume in modo da produrre de' notabili effetti.—Si avvertono questi in tutta la loro estensione nel disgelo dei fiumi e dei ruscelli: ponti altro ve trasportati, molini rovesciati, ed altri simili accidenti sono i tristi effetti della fusione del ghiaccio.

Le acque della Senna, disgelandosi, nel 1408, svelsero i tre ponti che in quell'epoca costituiti erano in Parigi.

È notabile ciò che avviene nel disgelo dell'Oby e della Lena, fiumi dell'Asia che sboccano nel mare glaciale: essi vi vomitano enormi masse di gelo che proseguono tuttavia ad ingrandirsi nel mare, in modo da acquistarvi una grandezza maggiore di 200 piedi. — Queste isole fluttuanti, talora si congiungono, come accadde nel 1820, e si trasferiscono fino nell'Atlantico e nel Grande Oceano, ove finiscono col fondersi.

Basti ciò pel ghiaccio; ora discorriamo della neve.

Allorchè un intenso freddo invade l'atmosfera, i vapori vescicolari in essa sospesi, o quelli componenti le nubi, si addensano e gelano nel momento che dovrebbero sciogliersi in pioggia, e producono quella meteora che dicesi *neve*.

Le stille di neve non sono, nè possono essere più grosse delle vuote vescichette componenti le nubi; ma riunendosi ed aggruppandosi nel momento della congelazione, o nella loro caduta, compongono quelle masse irregolari più o meno voluminose che chiamasi *focchi*.

Varia è la grandezza dei focchi di neve: è dessa in ragione inversa del grado di freddo che li produce, forse perchè, secondo quello che dice il Bosch, — » in questo caso diventa più forte l'attrazione delle piccole stille. Tal causa può dirsi (a suo avviso) assoluta, essendo ben noto che la neve a grossi focchi si ammucchia assai facilmente quando è compressa; mentre quella molto fina, che cade in tempo dei grandi freddi, difficilmente si riunisce in massa, e resta esposta a tutti i capricci dei venti » —.

Sembra però più ragionevole il credere, che la grandezza dei focchi dipenda dall'altezza della regione ove formasi la neve; poichè, quanto maggiore è lo spazio atmosferico da essi percorso, tanta maggior quantità di vapori possono essi concentrare ed aggregare al proprio volume: dignisatalchè, quando la temperatura è di zero, o di qualche grado al di sotto, i focchi sono molto più grossi, avendo dovuto gelarsi i vapori in un'altissima regione.

Questi focchi prendono diverse forme: quando i cennati vapori si uniscono in un'aria tranquilla, aggruppansi in modo da cristallizzarsi in forma di stella a sei raggi; ma se l'agitazione dell'atmosfera, facendo urtare fra loro alcuni piccoli cristalli li riunisce in gruppi, si compongono allora in forma di focchi irregolari, vari e speciosi.

Il Bosch però sostiene, che la vera forma dell'acqua congelata è l'ottaedro, e che un'illusione l'ha fatta credere capace di prendere lamine esedre, ottenendosi queste dalla divisione dell'ottetro parallela alle facce.

Le anomalie della cristallizzazione della neve furono osservate ed esposte da molti fisici, e fra gli altri dal Cassini, dal Rundmannio,

dall'Hook, dal Keplero e dal Musschembroek; ma il capitano Scoresby, avendo fatto nelle regioni polari molte ricerche interessanti, ha arricchito la scienza di una iconografia contenente cento varie forme di cristallizzazioni nevose.

Si pretende, che i fiocchi i quali cadono nello stesso giorno, o derivano dalla stessa nube, abbiano la medesima forma, benchè molto differiscano in grandezza, e che abbiano il medesimo numero di ramificazioni, nello stesso modo disposte intorno ad un centro comune in ogni fiocco. La costante regolarità di questo fenomeno si è da qualche fisico attribuita alle particelle saline natanti nell'atmosfera, le quali, mischiandosi coi vapori nell'atto della congelazione, li obbligano a cristallizzarsi in quella forma. Secondo questa ipotesi, i vapori nel congelarsi collocar si debbono intorno alle molecole saline funzionanti da nuclei, e formare degli esagoni, od altre forme regolari.—Sembra però più probabile opinare, che la congelazione è una vera cristallizzazione; che sia proprietà dell'acqua il prendere la forma esagonale, come lo è del cloruro di sodio di cristallizzarsi in cubi; e che le esalazioni miste coi vapori contribuiscono a far prendere alla neve una forma più o meno regolare.

Pella diversa disposizione delle parti, la gravità specifica della neve è molto minore di quella dell'acqua: il Weidlero trovò la neve nove volte meno densa dell'acqua; e secondo il Musschembroek la sua rarità è ventiquattro volte maggiore di quella di questo liquido. Perciò il Sedilò, da un cumulo di neve dell'altezza di cinque o sei pollici, non ottenne che un pollice di acqua; e il Delahire, confermando questo fatto soggiunse, che nel 1711 dodici pollici di neve non gliene diedero che uno di liquido.

L'estrema bianchezza della neve, devesi al potere ch'essa ha di riflettere tutta la luce per la disposizione delle sue parti, benchè il ghiaccio compatto sia trasparente.—E per questa riflessione, che la luce, rimbalzando, offende notabilmente la vista de' viaggiatori nelle lunghe e spaziose contrade coperte di bianchissima neve. Senofonte assicura, che l'esercito di Ciro avendo dovuto marciare per più giorni attraverso di montagne nevose, molti soldati ebbero gli occhi infiammati, e molti altri restarono del tutto ciechi.

La quantità della neve, varia per ciascuna contrada al pari di

quella della pioggia. Spesso nella Siberia, nella Svezia e nella Norvegia, ne cade istantaneamente una quantità tanto prodigiosa, che cagiona danni più gravi di quelli di una inondazione. Quella che nel febbraio del 1729 cadde nelle capitali dei due ultimi regni seppellì più di 40 abitazioni, soffocando gl'individui in esse esistenti. — Simile disgrazia secondo il Wolfio avvenne nella Slesia ed in Boemia. — Il Maupertois qualifica come pericolosissime le nevose tempeste della Lapponia; dagli impetnosi venti la neve proiettasi con tanta violenza, che alcuni viandanti restano accecati ed altri uccisi.

La neve, come la pioggia, cade con ogni vento; ma in ciascun paese vi sono de' venti che la trasportano a preferenza degli altri; e la velocità, con cui cade, è a dati uguali, tanto minore per quanto è maggiore il volume dei fiocchi.

La caduta della neve non può seguire, che quando la temperatura degli strati inferiori dell'atmosfera è al di sotto dello zero; perchè, qualunque sia la rapidità di tal caduta (che attesa la sua leggerezza non può essere molto forte), prima di giungere sulla superficie terrestre si liquefa, qualora la cennata temperatura sia superiore a quella dello zero: perciò cade maggior quantità di neve nel settentrione che nel mezzogiorno dell'Europa; più sulle vette delle alte montagne che nelle pianure.

Questa tesi, benchè fondata su fisiche ragioni e comprovata da fatti, non gode della dovuta generalità, poichè la neve cade presso di noi anche quando la temperatura dell'aria è di qualche grado superiore allo zero.

Dal sin qui detto risulta, che quando i vapori vescicolari sono compresi da un freddo capace di gelarli, si compongono in neve. Non mancano però esempi di nebbie e di nubi non congelate in una temperatura atmosferica inferiore al grado della congelazione. Il Volta osservò in Lione, una di queste nebbie, essendo la temperatura dell'aria a 13 gradi sotto il zero del termometro Reaumuriano. Quindi è, che i vapori vescicolari per congelarsi, oltre di un corrispondente grado di freddo han bisogno di qualche cosa che li rompa, che turbi il loro stato ed equilibrio, e che, ravvicinandoli, gli obblighi ad aggregarsi.

Lo stesso Volta ha in fatti avvertito, che in tempo di tali nebbie i vapori rotti dagli alberi, dalle loro foglie o da altri corpi

si congelano su di essi, assumendo strane forme. Questa congelazione può venire anche provocata da qualche fiocchetto di neve trasportato dal vento, o da qualche goccia di acqua, che attraversi i freddi vapori; i quali corpi estranei riguardar debbensi come punti d'appoggio necessarii affinchè la congelazione incominci.

Agitando i freddi vapori, i venti tolgonli dallo stato d'inerzia in cui erano per l'interposizione dell'aria, trasportanli nella reciproca sfera di attrazione, e gli obbligano quindi a trasformarsi in neve. — Finalmente, nell'istante in cui questa si genera, la temperatura dell'atmosfera in generale si raddolcisce alquanto, benchè qualche volta si veda nevicare mentre l'aria è rigidissima: e quel fenomeno, attribuito altra volta alla perdita del calorico elastificante fatta dai vapori congelati, è oggi perfettamente spiegato colle leggi dell'irraggiamento terrestre; infatti, se la condizione di un ciel sereno è necessaria perchè la terra irraggi liberamente il suo calorico verso gli spazii celesti, e se le più rare nubi si oppongono a questo irraggiamento, ben di leggieri comprendesi, che la neve, cadendo, esser dee allo stesso di ostacolo tanto più energico, in quantochè è un corpo cattivo conduttore del calorico, e fa le veci di un parafuoco situato immediatamente appresso al focolare calorifero.

Niuno ignora, che la neve può comprimersi e condensarsi in modo da acquistare un volume molto minore di quello che avea in tempo della sua caduta, e che il calore la rende estremamente compatta, mentre un intenso freddo la polverizza e la rende incapace di agglomerarsi: laonde, un cumulo di neve, dopo di aver soggiornato per qualche tempo sulla terra, soffre nella sua spessezza una notevole diminuzione; e le enormi masse di neve, che in ogni stagione cuoprono il vertice degli alti monti, si abbassano di molto. In tal caso la neve, addensandosi, talvolta si aggomitola, e sdruciolando giù pel pendio de' monti, aggiunge alla sua massa altra quantità, sino a che compone un cumulo capace di svellere gli alberi i più annosi e trasportarli pella violenza del suo corso a grandi distanze, di atterrare le abitazioni, di violentemente agitar l'aria svegliandovi uno spaventevole romorio, e di eccitar quindi l'allarme nelle vicinanze. Quest'orribile fenomeno è così comune sulle Alpi, che i viaggiatori spesso ne sono vittime; i qual. per prevenirlo

per quanto è possibile, prima di mettersi in cammino per quei monti sogliono tirare delle schioppettate, affine di provocare coll'oscillazione dell'aria la caduta di quelle masse di neve che sono prossime a distaccarsi. — Del resto, quando queste masse cominciano a formarsi sono assai piccole, consistendo in un gomitolo poco compatto e grande forse quanto un teschio umano; ma simili a fiumi impetuosi che s'ingrossano e divengono rigogliosi per l'aggiunta de' torrenti e de' vicini ruscelli, quando le giungono appié delle Alpi acquistano una sì grande spessezza e densità da atterrare un intero villaggio: perciò in tali contrade si ha la previdenza di costruire le abitazioni alle falde di quelle rocce, che garantir le possono dalla caduta di questi enormi gomitoli di neve, che diconsi *valanghe*.

Non solo la neve decresce di volume pel condensamento, ma anche pella evaporazione: questa seconda causa è evidente, per chi osserva, che i piccoli fiocchi di neve, attesa la imperfetta loro unione, presentano molta superficie all'influenza dell'aria; onde, quando non cade che uno o due pollici di neve, un vento secco la fa prontamente sparire, benchè la temperatura dell'aria sia freddissima. . .

I fisici han molto disputato sulla causa colorante in rosso la neve delle Alpi, e quella dei monti che ricingono il mare di Baffin e che sorgono nella Nuova Scozia Australe e nelle regioni polari.

Gli antichi aveano avvertito, che la neve prende talora un colore rosso; infatti, nelle opere di Plinio, trovasi un passo, in cui si legge, che la neve si fa rossa invecchiando: *Ipsa nix vetustate rubescit*.

Il volgo superstizioso ha perfino creduto, che queste macchie rosse fossero stille di sangue, sparse dal cielo irritato per incutere negli animi dei mortali terrore e pentimento: ma il Saussurre, avendo veduto la neve rossa sul Breven e sul San Bernardo, dopo d'averne esposto tutte le apparenze e le modificazioni della medesima, suppose questa colorazione prodotta da polveri vegetabili.

Il Ramond ha trovato della neve rossa sui Pirenei: — il Ross l'ha osservata sulle coste del Mare di Baffin: — i capitani Parry, Franklin e Scoresby ne han raccolta in latitudini molto maggiori: — altri navigatori ne han trovata in abbondanza nella Nuova Scozia Australe.

I solitari del San Bernardo spesso hanno occasione di vedere le nevi rosse, e di raccoglierte per farne oggetto di esame; laonde per le loro cure il Decandolle ha potuto istituire in Ginevra un paragone, fra la materia colorante delle nevi polari e quella delle nevi del San Bernardo.

La neve rossa delle Alpi, trovasi sparsa qua e là, specialmente ne' luoghi bassi e ne' piccoli fossi riparati; essa non ha più di due o tre pollici di profondità, o per dir meglio, le zone profondamente seppellite in cui talvolta trovasi, non hanno, in generale, che due o tre pollici di spessorezza.

Il Ross ne ha raccolta sulle coste del Mare di Baffin sopra una vasta collina della estensione di due o tre leghe, la di cui cima era priva di neve e l'altezza potea essere di circa 200 metri. Alcuni dotti suoi compagni supposero trovarsi strati di neve rossa della profondità di 10 o 12 piedi sotto alla superficie, ed altri assicuraron di non aver dessa che alcuni pollici di spessorezza: questa strana discordanza lascia qualche incertezza su di un punto così interessante.

Per analizzare questa neve straordinaria, si raccoglie in mezzo agli altri fiocchi, e l'acqua che ne risulta si conserva senza il contatto dell'aria: la materia colorante non è sensibilmente alterata dal tempo, perchè l'acqua, che è limpida quando è in riposo, si arrossisce quando la si agita per mescolarla col sedimento; e questa proprietà ha permesso di paragonare le nevi rosse di diverse contrade. Il Wollaston, il Brown, il Decandolle, il Thenard, il Peschier e il Bauer, han fatto subire alla materia colorante varie prove per determinarne la natura: il primo di essi l'ha riconosciuta composta di globetti sferici del diametro di uno o due centesimi di millimetro, di un involuppo trasparente, e divisi in sette od otto cellette ripiene di una specie di olio rosso insolubile nell'acqua: il secondo ed il terzo, dopo di aver verificato l'esistenza di questi globetti, li hanno qualificati per piccole piante delle specie delle alghe: il quarto ed il quinto han provato coll'analisi chimica la natura vegetabile del deposito dell'acqua della neve rossa: e l'ultimo autore, senza conoscere le osservazioni del primo, le ha confermate in un modo positivo, le ha estese alla neve rossa della Nuova Scetlandia Australe e del Mare di Baffin, ed ha provato che i glo-

betti non sono che piccoli funghi del genere *uredo*, formanti una specie particolare da lui denominata *uredo nivalis*, essendo la neve il loro suolo nativo.

Questa prova è dovuta alla seguente ingegnosa esperienza: — esposta all'aria la materia colorante sospesa nell'acqua di fusione, fu avvertita la moltiplicazione dei globetti microscopici e la trasparenza di quelli recentemente nati, e quindi nell'acqua una incompleta vegetazione, perchè non mai giunta a maturità; sostituita nell'inverno la neve all'acqua, questa vegetazione progredì con maggior forza, e il numero dei globetti rossi in poco tempo quasi si raddoppiò, ad onta delle interruzioni del freddo e della neve.

La neve rossa osservata sui ghiacci ondegianti delle regioni polari, vanta, secondo lo Scoresby un'altra origine. Avendo questo nocchiero esplorato col microscopio il sedimento di questa neve, nei corpiccioli che ne costituiscono la materia colorante, scoprì dei moti sensibili molto rapidi: — ma non sembrando possibile l'esistenza di due specie di neve rossa e la presenza di corpi organizzati in un suolo non favorevole alla vita organica, ad onta della fiducia che ispira il nome dell'osservatore, i suoi animaletti sono inammissibili prima di un'esatta verificaione. . .

I seguenti fatti rilevano ad evidenza l'importanza della neve.

Quella che soggiorna in cima delle montagne, produce, liquefacendosi, i fiumi ed i ruscelli, che prendono origine nei punti più elevati del globo: fa dessa perire di freddo gl'insetti e gli altri animali nocivi alle campagne, o li distrugge rendendo loro difficile la ricerca del vitto in tutto il tempo che ricopre la terra; difatti, negli anni in cui l'inverno è rigoroso, e quando la neve lungamente soggiorna sulla terra, le campagne non sono quasi infestate dai bruchi e dagli altri insetti.

L'espansione dell'acqua nel congelarsi, uguale ad un dodicesimo del suo volume, e il restringimento di questo nel ghiacciarsi, sgretolando il terreno, lo rendono più permeabile all'azione dell'aria, degli esterni agenti, e di tutti i principi fertilizzatori. La neve, come acqua meteorosa congelata, favorisce la vegetazione comunicando al suolo materie fecondanti; ed opponendosi alla dispersione dei gasi, li forza ad accumularsi nello strato superiore della terra, per somministrare alle piante in primavera colla loro decomposizione una soprabbondanza di nutrimento.

La neve ed il ghiaccio, siccome cattivi conduttori del calorico, si oppongono, secondo l'Arago, al suo terrestre irraggiamento, e quindi ne riconcentrano sul suolo quella dose che per legge di equilibrio dovrebbe diffondersi nella più fredda atmosfera: dessa agisce sulla superficie del suolo, ma questo non ne partecipa. La neve quindi garantisce dal rigido e micidiale freddo le radici, i bulbi, i tuberi, e le semenze alla terra affidati; d'onde quella frase scritturale, più fisica che poetica, *dat nivem sicut lanam*: perciò il Duhamel consiglia, di difendere colla neve dal freddo invernale i piedi dei teneri arboscelli. Sotto le nevi cadute in un suolo asciutto, le fave non gelano ed i prati si mantengono vigorosi; e la neve che precede il gelo riesce utilissima alle biade, purchè le ricopra tutte esattamente.

Ma se uno strato di neve diventa utile colla sua densità e permanenza, le sue cadute ed i frequenti suoi scioglimenti sono molto nocivi, poichè mal volentieri le piante soffrono le repentine e prolungate variazioni di temperatura: o, pella continuazione del freddo i loro succhi si gelano, i vasi, le fibre, gli strati corticali si squarciano; e a questi mali sono particolarmente soggette le piante tenere e succolente, non esclusi i salici, i noci, i fichi, le viti, e tutte quelle esposte a tramontana: se il disgelo in vece di essere graduato segue bruscamente, il danno è notevole; e lo è molto di più se la neve fusa gela nuovamente: a questo danno sono particolarmente soggette tutte le piante esposte al sole di levante o di mezzogiorno. . .

Diciamo della *grandine*.

La *grandine*, questo terribile flagello delle campagne, è una delle meteore che presenta alla considerazione del fisico tali particolarità, che la rendono di difficile spiegazione.

La forma della grandine è variabilissima: generalmente è sferica, talvolta è schiacciata con notabili protuberanze nella superficie.

L'interna struttura delle sfere grandinose merita particolare esame, potendo condurre alle cause determinanti il progresso della congelazione, e quindi alla sua genesi. Generalmente, queste sfere hanno nell'interno un nucleo opaco, bianchiccio, e molto più raro e soffice del rimanente: desso è chiuso in una crosta congelata, trasparente, più o meno compatta; talvolta questa crosta rinviasi

addoppiata e trasparente l'una al pari dell'altra; ed altre fiato se ne contano molte, delle quali alcune opache, altre trasparenti, e tutte alternativamente disposte, circostanza che richiama tutta l'attenzione dell'osservatore. Finalmente, queste sfere presentano una struttura raggiante a partire dal centro, e talora questa struttura ne involupa una più interna visibilmente concentrica: quest'ultima osservazione prova, colle altre antecedenti, che quando i vapori gelano, mentre si aggruppano fra loro producesi la neve, e che quando aggregandosi alla neve già formata vi si agghiacciano d'intorno, si genera la grandine.

L'Eversman riferisce, che durante un uragano, egli raccolse molta grandine, che avea per nocciolo una specie di pirite di forma quadrangolare: questo fatto è tanto singolare, che non si dovrebbe tralasciare cura alcuna per riconoscerne l'autenticità.

La grandezza ordinaria della grandine è quasi uguale a quella del cece; ne cade spesso della più piccola, a cui non si presta attenzione perchè non dannosa; ma il più spesso la sua grandezza è tale da renderla cagione di funesti effetti. Cento e cento fatti incontrastabili, antichi e recenti, provano a sufficienza, che il peso della gragnuola può eccedere quello di mezza ed anche di una intera libbra.

Lo Scheuzero e il Frommondo osservarono, che gli acini delle grandine cadono più piccoli nei luoghi eminenti, e più grossi nelle pianure.

Il peso, unito alla forza d'impulsione comunicata dai venti, rende la grandine oltremodo nociva. Per questa doppia causa essa esterminò nel 1717 le campagne di Reggio nella prima Calabria Ulteriore pel tratto di 20 miglia e colla morte di 300 uomini; e nel 1720 uccise nelle vicinanze di Presburgo, in Ungheria, tutti gli uccelli che colpiva, e giunse a forare i tetti delle case di Zomosch, in Polonia. Ed è perciò che i suoi grossi acini sono chiamati *lapidi*.

Il Pouillet fu il primo ad esaminare la temperatura della gragnuola nell'atto di sua caduta: da due esperimenti egli rilevò che questa temperatura è compresa tra i gradi 3, e 4 al di sotto dello zero.

Le circostanze che precedono e quelle che accompagnano questa meteora, sono le seguenti:

La grandine ordinariamente precede le piogge uraganoose, talvolta le accompagna, e non mai o quasi mai le segue, specialmente quando queste piogge sono di qualche durata. Nei paesi mediterranei essa non cade che nella primavera inoltrata e nella estate, di rado nell'inverno, e solo in caso di forte temporale.

Essa non cade che per poco tempo, spesso nel corso di pochi minuti, e di rado per un quarto d'ora.

Quantunque la sua durata sia così breve, pure cade in tanta quantità, che talvolta forma sulla terra uno strato di più pollici d'altezza.

Il temporale che la produce, generalmente non suol cominciare che di giorno e nelle ore più calde, di rado nelle ore notturne. . .

Forieri della grandine sono alcune rare e piccole nubi, che rapidamente passano al di sotto delle nubi principali; il cielo indi si copre di nuvoli, neri, grigi o rossastri, di notevole spessezza, molto estesi, densi, irregolari, cenciosi, poco elevati, disposti in vari strati, carichi di molto fluido elettrico, e quindi soggetti al continuo passaggio dallo stato positivo al negativo, ed al contrario; i quali passaggi sono così rapidi e frequenti, che il Volta giunse a numerarne quattordici in un minuto: ma per quanto sia frequente lo sfolgoreggiar dei lampi, e forte e continuo il fragore dei tuoni, pure il fulmine di rado colpisce la terra.

Qualche osservatore asserisce di aver sentito prima della caduta della grandine un romore simile a quello delle noci urtate fra loro dentro di un sacco. . .

Nelle regioni artiche la gragnuola non cade giammai, forse perchè in quell'atmosfera non suole l'elettricità accumularsi sensibilmente ed in sufficiente quantità. . .

Alla spiegazione di questa meteora si oppongono due difficoltà:

1.^o Come in stagioni e luoghi caldissimi si generi un freddo capace di congelare l'acqua in modo da convertirla prima in neve e poi in massa dura o in grandine.

2.^o Come si formino quei diversi strati concentrici che giungono talvolta a dare agli acini della grandine un sì notevole volume; e perchè questi acini, mentre hanno un peso piucchè sufficiente per cadere, restino tuttavia sospesi e non precipitino se non quando sono pervenuti a considerevole volume. — Queste difficoltà sono sì gravi, che i più sagaci osservatori non hanno potuto sinora dissiparle.

Dopo i sogni e le idee vaghe degli antichi e degli aristotelici, intorno alla formazione della grandine, gli enciclopedisti, nel passato secolo, non seppero dire altro su questo argomento, che cangiandosi una nube in pioggia, ed attraversando questa uno strato di aria di temperatura uguale a quella della congelazione dell'acqua, più goccioline si congiungano insieme, gelino, e convertansi in grandine.

Altri, per meglio spiegare la formazione della sua dura crosta esterna, ammessero la congelazione e successiva fusione dei globetti di neve, secondochè questi sono obbligati ad attraversare strati di aria ora freddissimi ed ora caldi: ma questa ipotesi non regge, quando si riflette, che la neve cade in tempi estivi ed in climi caldi; e che, decreascendo proporzionatamente la temperatura dell'aria, questi freddissimi e caldi strati di essa che si alternano a vicenda, sono impossibili.

Il Morveau attribuisce la formazione della grandine all'evaporazione ed all'elettricismo, talchè quella genera il freddo ed è promossa dall'elettrico.

A questa ipotesi, combattuta dal Chambon, segue un'altra del Monget, basata però sugli stessi principi.

Ma tutte queste ipotesi sono cadute, perchè i loro autori lungi dal tener conto delle indicate condizioni si persero in futili idee per ispiegare solo la congelazione dell'acqua.

Il primo però che abbia meglio osservato il fenomeno della grandine, e ricercate le sue cagioni, è stato il nostro celebre Volta: egli suppone preesistente nell'atmosfera una nube temporalesca carica di elettricismo, a cui non manca che un istantaneo raffreddamento per convertirne i vapori in neve, e questa in ghiaccio; egli ripete questo rapido ed improvviso raffreddamento dalla pronta evaporazione che soffre la detta nube, esposta all'azione del sole: e questa evaporazione e questo raffreddamento sono più copiosi quando vi concorrono le seguenti circostanze: — 1.^o i raggi solari che riscaldano la parte superiore del nuvolo, e che sono più attivi nelle ore e nei giorni più caldi, in cui sogliono avvenire i temporali grandinosi: — 2.^o la grande siccità dell'aria sovrapposta allo stesso nuvolo: — 3.^o i vapori vescicolari fluttuanti nell'aria e repellentisi, e quindi disposti ad assumere lo stato elastico: — 4.^o l'elettricismo dei nuvoli, che favorisce in singolar modo qualunque specie di evaporazione.

La poderosa elettricità, di cui sono soprassaturate le nubi temporalesche, è attestata dai fenomeni che precedono e seguono la meteora, e dalla forma ch' esse prendono: alcune volte mostransi coi bordi cenciosi e laceri, cioè piene d' irregolari prominenze, gonfie e gobbe in molti luoghi, e con brani che si prolungano in fuori, si staccano e sono rigettati dalla massa primordiale delle nubi: altre volte sembrano raccorciate e condensate nella parte inferiore, perchè questa parte è elettrizzata molto meno o in modo opposto a quello non sia la superiore, e quindi è più oscura dell' altra, e repellente tutti i vapori nello stesso modo elettrizzati.

Il sole, sferzando la superficie superiore delle nubi di prima formazione, promuove ed accelera lo scioglimento in vapori de' primi strati su cui agisce, quando vi concorrano ancora la siccità dell' aria superiore e la mutua ripulsione elettrica delle parti delle nubi. Questa grande quantità di vapori, trovando infine un' aria abbastanza fredda, riconcentrasi e costituisce una seconda nube differente dalle prime per i diversi stati di sua elettricità. Lo strato superiore dispiega una forte elettricità positiva, qual è appunto quella che si ottiene dal condensamento dei vapori vescicolari dell' aria in nube oppure in nebbia; e l' inferiore resta nello stato negativo così per l' accennata forte evaporazione, come anche perchè è posto appresso a poco, oppure immediatamente, in equilibrio coll' elettricismo terrestre.

Sorpresa la nube inferiore da questa subitanea congelazione prodotta dalla violenta evaporazione, copre la sua faccia superiore di un numero incalcolabile di stelletto di ghiaccio. Questi primi embrioni di grandine sono repulsi e spinti in alto dalla forte azione elettrica della detta nube; indi, sospesi per qualche tempo ad una certa distanza da essa, sono attratti dalla nube superiore; repulsi poi da questa, ed attratti da quella, ballottano per un dato tempo fra le due nubi al pari delle sferette di midollo di sambuco o di altro corpo leggiero fra due lenzuola ben tese, imitando in tal guisa la detta *danza elettrica*, fra i dischi dell' elettroforo.

Non è difficile il concepire la successiva attrazione e ripulsione dei dischi nuvolosi, qualora si ponga mente alla loro elettricità incomparabilmente maggiore di quella che si può artificialmente eccitare. Le due nubi devono essere a qualche distanza tra loro, chè al-

trimenti uno strato scaricherebbe immediatamente sull'altro la propria elettricità, e per la mutua loro azione ben presto si unirebbero e si confonderebbero insieme senza dar luogo alla danza della grandine.

L'esistenza di due nubi diversamente elettrizzate, è comprovata dal frequente saettarsi che fanno fra loro, e non colla terra. La nube inferiore, non solo ubbidisce all'attrazione della superiore, ma anche a quella della terra, approssimandosi ai monti, alle foreste, ec. Nello stesso modo la nube superiore può essere controbilanciata dall'attrazione di una terza più alta, e questa circostanza è indispensabile per produrre la *danza e fare*, che esse, sentendo ognuna il reciproco influsso elettrico, mantengansi nella dovuta distanza tra loro, senza avvicinarsi o confondersi insieme, e costituire un tutto omogeneo.

Il primo elemento della grandine è un fiocchetto di neve: ma la grandine già formata è un composto di strati concentrici, risultanti dall'accozzamento di tanti piccoli aghi di ghiaccio. Talvolta (però questo nucleo di neve non si osserva, e sembra generarsi la grandine da vere goccioline di pioggia agghiacciate nell'attraversare uno strato di nube inferiore densissimo.

Il numero e la grandezza delle sferette grandinose, è in ragione diretta della densità delle nubi da cui provengono; perciò, nelle regioni molto inoltrate del Settentrione, in tempo di fortissimo gelo, si osserva l'aria serena e sparsa non pertanto di vari punti lucicanti, congelati e sospesi nell'atmosfera.

I fiocchetti di neve prendono pel detto ballottamento vero aspetto di grandine, vestendosi successivamente di molti strati di ghiaccio, e conformandosi in granelli più o meno rotondi e di varia grossezza, in parte opachi, in parte trasparenti; e ciò fanno, o rompendo qualche nuvoletto che incontrano nel loro cammino, o addensando molte vescichette di vapori dalle due nubi di contraria elettricità che fortemente percuotono e nelle quali penetrano pria d'esserne repulsi, o finalmente condensando quei vapori elastici di cui è saturo tutta la massa d'aria posta tra i due grandi nuvoloni: crescono poi di volume per l'acqua di tali vescichette che si attirano addosso, e che si congela.

Quando la danza fra le due grandi nuvole è di breve durata,

questi granelli precipitano a terra appena sbazzati, e costituiscono la così detta neve gelata. Se poi l'elettricità dei due strati si sostiene per lungo tempo nello stato di contrarietà, la danza fatale si prolunga, finchè non si costituisca l'equilibrio elettrico; e la grandine ha così tutto l'agio di aumentare di massa e di volume, indossandosi nuove vescichette vaporose. Questa grossezza e questo peso debbono essere proporzionali alla durata del ballottamento, e la grandine cade quando la gravità supera l'attività dell'elettricismo, o quando l'azione di questo sia notabilmente diminuita.

Spesso la grandine è preceduta da rari goccioloni di acqua, i quali non sono che chicchi di gragnuola fusi nel loro passaggio per un'atmosfera calda. Non di rado, nel tempo della danza, alcuni granelli s'immergono nel corpo della nuvola, ne oltrepassano il centro, e colla propria velocità vincono la forza repellente dell'atmosfera elettrica, e cadono a terra; e questi appunto sono que' radi grani, che precedono una densa grandinata.

I vapori vescicolari possono soffrire un freddo maggiore di quello che agghiaccia l'acqua in massa senza congelarsi, infatti le nebbie sostengono talvolta per ore intere un grado di freddo capace di abbassare il termometro per molti gradi al di sotto del termine della congelazione. Finchè i vapori nuotano liberi nell'aria, reggono ad un freddo rigoroso; ma si addensano, cristallizzano e agghiacciano appena che incontrano un corpo solido ugualmente freddo, capace di romperli e di avvicinarli; quindi i vapori di una nube che è in alto, non possono convertirsi in neve senza un grado assai considerevole di freddo. Questa trasformazione può anche essere l'opera de' venti, i quali, col loro urto avvicinando i nuvoli li rompono e gl'immedesimano. Infine, la congelazione del nuvolo può prodursi, o per una diretta pioggia procedente da qualche nube superiore men fredda o trasportata dal vento, o da fiocchetti di neve sopraggiunti da luoghi estranei.

Così generasi in tempo d'inverno la neve, che cade subito o quasi subito dopo la sua formazione, e non può convertirsi in grandine, i nuvoli non essendo temporaleschi, cioè animati da una elettricità tanto poderosa da sostenere in aria i fiocchetti di neve e farli per lungo tempo saltellare, o non esistendo due nuvoli contrariamente elettrizzati e posti ad una distanza capace di sostenere il ballottamento.

Tale è, in sostanza, la teoria del Volta sulla formazione della grandine. . .

Alla qual teoria il Bellani fa le seguenti forti obbiezioni:

1.^o Il sole non può promuovere l'evaporazione senza innalzare nel tempo stesso la temperatura del corpo evaporante.

2.^o Se l'aria soprapposta al nuvolo potesse colla sua siccità accelerare la conversione dei vapori vescicolari in gasse acqueo, dovrebbe dissipare al primo apparire qualunque specie di vapore, che cominciasse ad addensarsi ed a configurarsi in nuvolo.

3.^o I due nuvoli elettrizzati, l'uno per eccesso e l'altro per difetto, non possono per ore intere mantenersi ad una notevole distanza e costantemente nello stato di tensione senza equilibrarsi, ad onta del continuo saettarsi tanto più frequente, quanto più minaccioso è il temporale.

4.^o L'andamento di un temporale difficilmente fa concepire potersi un nuvolo mantenere per lungo tempo in perfetto equilibrio colla terra, per serbarsi la dovuta distanza fra i due strati destinati alla *danza* dei chicchi della grandine.

5.^o La sola tensione elettrica dello strato inferiore del nuvolo non basta a vincere gli ostacoli, che la poca conducibilità de' ghiaccioli per l'elettrico, e la resistenza che presentano il loro peso e la velocità da essi acquistata per la loro spinta in basso e per la loro gravità, oppongono all'ingrossamento della gragnuola, al suo ingresso nel nuvolo inferiore, ed alla ripulsione che da questo soffre.

6.^o Il *danzare* di due corpi leggieri frai due dischi dell'elettroforo, non è paragone ammissibile nel caso della gragnuola, non costando i nuvoli di strati solidi, ma di palloncini estremamente mobili, quali appunto sono i vapori vescicolari, cui in preferenza della grandine dovrebbero ballottare, perchè più sensibili all'azione delle forze attrattive e repulsive elettriche, come più leggieri.

7.^o Se questo ballottamento seguisse fra nube e nube, potrebbe talvolta esistere uno sbilancio elettrico fra la terra ed il nuvolo, e così non solo la polvere e la minuta arena, ma anche i sassi sarebbero spinti verso il cielo procelloso, e di lassù a noi respinti con terribile forza motrice.

8.^o Questa *danza* non si è mai osservata al chiaror dei lampi,

nè da coloro, che stando sulle alte montagne illuminata dal sole, han veduto sotto di essi formarsi il nembro procelloso in mezzo al lampeggiar del fulmine ed al fragor del tuono.

9.^o Finalmente, spesso sono cadute disastrose grandinate in tempo di notte.

Conchiude quindi, che la disposizione de' vapori vescicolari a convertirsi in fluido elastico, e l'elettricità, contribuiscono alla formazione della grandine in modo affatto diverso da quello immaginato dal Volta. — In questa egli sempre osserva, con tutti i meteorologi, la contrazione e rarefazione dei nuvoli temporaleschi. D'altronde è noto, che la rarefazione di qualunque sostanza gassosa, non esclusi i vapori vescicolari, non si produce senza notevole abbassamento di temperatura, qualora altre cause non vi si oppongano; ed al contrario si ha un innalzamento di temperatura per la condensazione.

Il Dalton ha provato, che rarefacendosi l'aria della metà, producesi un freddo eguale a $-22 \frac{2}{9}$ del Reaumur; e il Gay Lussac osserva, che rarefacendosi prontamente l'aria coll'apparato pneumatico, il delicatissimo termometro metallico del Breguet vi si abbassa di 23 gradi. E lo stesso illustre fisico assicura, che in qualunque stagione si condensi l'aria del doppio, riprendendo questa la tensione primiera producesi un freddo capace di ghiacciare l'acqua.

Con questi principi incontrastabili, il Bellani trova la causa dell'istantaneo freddo generatore della gragnuola. Egli suppone il temporale già formato ed i nuvoli alcuni positivamente ed altri negativamente elettrizzati; il fluido elettrico, tendendo sempre all'equilibrio, dal nuvolo positivo scagliasi sul negativo, e quindi succede una contrazione nel primo ed una rarefazione nel secondo, non essendo il nuvolo che un composto di aria e di vapori vescicolari; i corpi soprassaturati di elettricità tendendo ad allontanarsi tra loro, tutti i vapori vescicolari del nuvolo si respingono scambievolmente per l'elettricità da cui sono investiti; ripulsione che non può seguire senza un aumento di volume, causa un freddo intenso, che per un volume raddoppiato sarebbe di -22 gradi. Ma tanto freddo e tanta espansione non è necessaria, perchè in qualunque stagione ed ora la grandine si formi: i nuvoli temporaleschi sono in un'atmosfera di temperatura non tanto diversa da quella

della congelazione; quindi i vapori vescicolari, rappresi da questo subitaneo ed intenso freddo, si aggomitolano in chicchi fioccosi, ed attraversando per la loro gravità tutta la spessezza del nuvolo, possono, benchè in brevissimo tempo, ricoprirsì di altri strati di ghiaccio provenienti dalla condensazione di altri vapori congelantisi su di questi noccioli o tipi; quindi la grandine sarà tanto più grossa quanto più questo freddo è intenso e spessa la nube, che talvolta ha qualche miglio di altezza sopra più miglia di larghezza. I chicchi della grandine possono nella loro caduta attraversare altri strati raffreddati o gelati da scariche elettriche, ed essere tuttora sospesi nell'atmosfera dalla forza espansiva dell'elettricismo. Possono del pari ingrossarsi, riducendo in propria crosta tutti i vapori sospesi nella massa d'aria che attraversano; e spinti dai venti, che quasi sempre si associano al temporale, possono, urtandosi fra loro, agglomerarsi insieme, vieppiù condensarsi nell'aria, e comporsi in masse enormi ed irregolari. — Lo Scheuzero infatti, il Beccaria, il Frommond ed altri, hanno osservato, che la gragnuola delle alte montagne è più piccola di quella che cade nelle sottoposte valli, che il volume del ghiaccio supera di circa un ottavo quello dell'acqua liquida e che talvolta la grandine acquista una notevole grossezza, che si distingue col nome di *lapidazione*. . .

Oltre l'eccesso di elettricità, i nuvoli possono riconcentrarsi per altre cagioni: due di essi, diversamente elettrizzati, venendo in contatto per la loro azione elettrica, o trasmettendosi scambievolmente la materia fulminea, riduconsi in un volume molto minore; onde il vapore vescicolare, benchè di temperatura aumentata, non trovando uno spazio capace di contenerlo, decomponesi in parte, passa istantaneamente allo stato liquido, e genera quella pioggia, che tanto bene si distingue dall'altra che non è temporalesca, perchè formata di grosse goccioline che a scrosci precipitano sulla terra.

Che se non ogni lampo e tuono non è accompagnato da grandine o da pioggia, ciò avviene perchè non sempre le scariche elettriche sono nella quantità sufficiente a produrre la rarefazione necessaria a dare la grandine, o la contrazione capace di produrre la pioggia.

Or si comprende perchè l'elettricità tanto positiva che negativa, possa produrre la grandine o la pioggia temporalesca: l'et-

tricità per difetto eccita i medesimi movimenti che l'elettricità per eccesso; e il fuoco elettrico produce gli stessi effetti, qualunque sia la direzione del suo moto. . .

I fenomeni del nembo che formasi sulla testa dell'osservatore, sono degni di molta attenzione. Esso si abbassa oltremodo e si abbuia; al di sotto compariscono improvvisamente nuvoli di cui non discernesi nè la formazione, nè la provenienza, e sono ceniciosi e laceri, sembrano violentissimamente e rapidamente agitarsi qua e là con direzione incerta, ma orizzontale: poco dopo cadono rovesci di pioggia; e molte volte, specialmente quando tai nuvoli sono più violentemente agitati, suole anche cadere della grandine. Allora tutto il cielo ampiamente si oscura, e l'osservatore, immerso nel nembo, altro più non discerne che pioggia, grandine, lampi, saette e tuoni.

La quantità dell'elettrico sbilanciato nei nuvoli, determina secondo il Bellani la caduta della grandine, della pioggia, o di entrambe contemporaneamente. Il cambiamento di volume in essi, oltre le attrazioni e repulsioni elettriche, cambia anche le rispettive loro specifiche gravità: perciò nei temporali si osserva abbassarsi o innalzarsi, ingrandirsi od impiccolirsi or uno ed or altro nuvolo; e tutti questi sconvolgimenti atmosferici suscitano istantaneamente, dei venti parziali in tutte le direzioni or caldi, or freddi, ora prolungati ed ora momentanei.

La comparsa di nuvoli chiari, distaccati dal fondo scuro della volta celeste, fatti in brani e di color nericcio, è stato sempre indizio di prossima grandine: il Bellani li attribuisce all'espansione elettrica. Oltre di queste cineree nubi, anche delle altre possono scagliare la grandine, ed altre ancora più disastrose possono al di là di queste sottrarsi alla nostra vista, e non sospettarsi esistenti che pel chiarore del lampo e pel protratto rimbombo del tuono.

Spesso avviene, che non essendo considerabile l'espansione del nuvolo temporalesco per la debole elettricità, i primi embrioni della grandine che si formano non sieno sufficientemente voluminosi e densi, ed appena cominciano a cadere vengano disciolti in acqua dalla temperatura più calda degli altri nuvoli che attraversano, e degli strati aerei che percorrono. Nell'inverno però, quando nevicata, suc-

cede al contrario, poichè i fiocchetti di neve o i noccioli di grandine, incontrando nella loro discesa un'aria fredda, non possono sciogliersi, e cadendo lentamente per la resistenza dell'aria proporzionata al loro volume, hanno l'agio di congelarsi, ed aggiungere alla loro massa altre goccioline vaporose, che incontrano sospese nell'atmosfera. . .

Benchè nei nostri climi i temporali avvengano in ogni stagione ed ora, pure il detto Bellani, costretto a convenire della loro frequenza in estate e nelle ore più calde del giorno, ammette che il sole contribuisca alla loro formazione, influenzando sull'andamento de' vapori e sull'elettricità che si sviluppa.

Il de Buch non crede assolutamente necessaria l'elettricità alla produzione della grandine; e ripete le scariche elettriche che l'accompagnano, da una causa comune agente nello spazio. Egli riguarda la grandine come un processo dell'evaporazione, che succede negli strati inferiori e caldi dell'atmosfera. Il suo ragionamento è il seguente:—in un punto qualunque della superficie terrestre, per varie cause, una colonna d'aria riscaldata si eleva più delle altre, trascinandosi seco i vapori acquosi. Oltrepassata appena l'altezza in cui i vapori ponno conservare il loro stato elastico, giunti cioè nello strato aereo di temperatura uguale a + 10 gradi di Reaumur, i vapori si condensano e sciolgonsi in goccioline di pioggia. Cadendo questa in uno strato di aria della temperatura, per esempio, di + 15, le sue goccioline si mettono in evaporazione, e si raffreddano come se fossero penetrate in uno spazio vuoto della temperatura di gradi 5. Se un'altra parte di pioggia giunge in uno strato inferiore al precedente e privo di vapori alla temperatura di 5 gradi, cade o si scioglie. . .

Un altro fisico moderno, osservando la grandine sempre accompagnata dal vento, la ripete principalmente da questo, e non riconosce nell'elettricità che una causa accessoria. Un vento considerabile e violento, raffreddando la regione dell'atmosfera ove sono accumulate le nubi, condensa fortemente i vapori o li rende liberi. Più intenso ed improvviso è il freddo, più grande è il volume della massa congelata. Compresse fortemente le nubi dal vento, le gocce d'acqua sempre più si riuniscono, e non possono conservare la loro forma rotonda e regolare. L'elettricità può aumentare questo effetto.

I lampi fendono le nubi e le comprimono, ed esercitano sul vento una pressione tanto maggiore quanto più pronta. Nei tempi burrascosi, senza vento e grandine, spesso la pioggia cessa in un istante, e ricade poi in grande quantità dopo un colpo di tuono per la dilatazione prodotta dal fulmine nelle nubi, che attraversa, comprime e riduce in acqua.—Spesso anche la grandine è più abbondante perchè il vento raffredda men presto la regione inferiore, quella cioè posta tra le nubi e la terra, che la superiore ove sono le nubi, ed ove il vento campeggia più poderosamente. In tal caso lo strato di aria inferiore, restando per qualche tempo tuttora rarefatto, più non si oppone alla caduta della grandine.—È probabile che questa materia diventi ancor più solida durante la sua caduta, e che ciò forse non la renda oltremodo grossa, essendo noto che qualora il calorico agisce rapidamente sui corpi freddi senza trattenervisi, evaporizzandone una parte, viepiù li raffredda.

Quest' ultima ipotesi è stata modificata nel modo seguente:

Attribuendosi il raffreddamento al vento, si è supposto che sia anche la di lui potenza che trascina i ghiaccioli orizzontalmente o almeno molto obliquamente nell' atmosfera; che questi scorrano così 15 o 20 leghe, e che non abbiano bisogno di essere sospesi per molto tempo in mezzo a nubi densissime e freddissime per giungere all' enorme volume che talvolta hanno. Così una stessa causa determinerebbe la formazione e l' accrescimento della grandine. L' elettricità che accompagna sempre questo fenomeno, sarebbe secondo quest' altra ipotesi un effetto e non una causa. È impossibile, che l' accumulamento del vapore, necessario per generare la grandine, possa farsi senza un grande sviluppo di elettricità, poichè tutte le nubi che vengono a condensarsi nello stesso luogo in cui la grandine si forma, vi vengono con una elettricità positiva o negativa, la quale, colla condensazione, acquista una grande tensione.

I fisici però generalmente convengono, che l' elettricismo abbia una parte principale della formazione della grandine, o rarefacendo il nuvolo tempestoso, o ingrandendo la massa de' pezzi della gragnuola. Se questa meteora si mostra sempre collo scroscio del fulmine e lo stridore del tuono, dee al certo questo potente agente della natura cooperare alla sua formazione. . .

Benchè l' elettricismo, che si sviluppa nei tempi grandinosi,

possa in qualche modo giovare alla vegetazione, eccitando la fibra organica vegetabile; pure sono troppo gravi i danni che all'agricoltura arreca la grandine, specialmente quella denominata *lapidazione*. — Il Toaldo li ripeteva da una specie di veleno comunicato dalla gragnuola alle piante, e consistente in sostanze acide immedesimate coll'acqua congelata, facendo osservare, che secondo il Mairan la grandine non è che un composto di acqua gelata, di sale volatile, di sale concreto e di solfo.

Ma essa nuoce:

1.^o Perchè col suo peso comunica tanta forza motrice da far cadere i fiori, le piccole frutta, ed anche le gemme.

2.^o Perchè, sottraendo rapidamente il calorico, oblitera i tenui virgulti, le gemme e le tenere cortecce, che si fendono o per la congelazione dei sughi o per un cangiamento di temperatura e dello stato elettrico.

Essa per altro si rende meno dannosa quando è seguita da una pioggia abbondante. Ciò prova che essa agisce principalmente col sottrarre il calorico necessario alla sua liquefazione, congelando le parti più sensibili delle piante.

D'altronde questa meteora fertilizza in qualche modo la terra, comunicandole una quota di elettricismo. Infatti quando la grandine non è seguita da un tempo secco, la campagna si rinverdisce per una più prospera vegetazione. . .



APPENDICE

DEL PARAGRANDINE

Sono tanto funesti gli effetti della meteora grandine sui campi, che non mancarono ai dì nostri uomini pieni di scienza e di filantropia, i quali tentarono per diversi mezzi d'impedirne la formazione nelle nubi, e liberare in tal guisa la terra che riceve i sudori dell'uomo, da così grande flagello. L'esperienza non coronò i perseveranti tentativi, fatti all'uopo con semplici ed ingegnosi apparecchi: nulladimeno riman sempre l'ardire e la generosità della impresa, e questo basta per far celebri gli uomini che vi si dedicarono, e per dare ad essi il diritto alla riconoscenza, alla gratitudine dei popoli.

Ripetute delicate sperienze, non senza pericolo da vari dotti intraprese, provano l'influenza dell'elettricismo sulla formazione della grandine. Il movimento delle nubi che la scaricano, la frequenza de'baleni, lo scroscio del tuono, che, debole dapprima, si rende mano più forte, attestano tale verità.

Essendosi da lungo tempo osservato, che la gragnuola colpisce in preferenza i terreni coltivati, e di rado cade sulle città e sulle folte boscaglie, se n'è inferito, che gli alberi e gli altri edifizj, scaricando lentamente le nubi di una parte della loro elettricità, impediscono la formazione della meteora, e che, essendovi un mezzo naturale di disarmare le nubi burrascose, ve ne possa essere uno artificiale più efficace.

Il primo a dar ragione di questi fatti, ad avvertire l'indispensabile concorso della elettricità nella produzione della disastrosa meteora, e ad immaginare e proporre il mezzo d'impedirne la for-

mazione deviandone la causa, fu, per asserto del Paci, il napoletano D' Onofrio. . .

Il fisico Orioli, osservando, che per generare la grandine non bastano piccole scariche clettriche, poichè molti piccoli temporali non ne danno, ne ha conchiuso, che, se non si riuscisse a togliere compiutamente lo stato elettrico alle nubi, si potrebbe scemarlo notabilmente in modo, che le medesime, serbando ancora la proprietà di dare delle piccole scariche, si troverebbero però incapaci di produrre la grandine, ed in sua vece non darebbero che una specie di nevischio mescolato con acqua. . .

Infine, parecchi dotti cultori delle scienze fisiche, hanno commendato l'uso dei paragrandini. — Distinguonsi tra essi, il Montheillard, il Guenean, il Bertholon, il Morveau, il Buissart, il Pinazzo, il Re, il Lenormand, il Bosch, e il Lapostolle, quale ha inventato all'oggetto i paragrandini ed i parafulmini di paglia-lino, rettificati poi dal Tholard, e divulgati nell' Italia con molto zelo dal Beltrani.

Questi paragrandini consistono: in una corda di paglia, di formamento o di segala, rappresentante un cilindro del diametro di un tallero d'argento, lungo 38 piedi, composto di quattro spaghi o fili di paglia, attorcigliati l'uno sull'altro, e contenente nel centro dodici o quindici fili di lino greggio grossolanamente filato.

Ogni filo si compone di più steli di paglia strettamente ed inversamente avvolti fra di loro, e resi flessibili dall'acqua.

Questa fune si lega ad un palo di pino, di castagno, di salice o di quercia, diritto, abbastanza robusto, e lungo 35 piedi.

Tal pertica può anche formarsi da più pezzi congiunti con chiodi di legno o con simili legature.

Dopo di essersi unta di grasso, si dipinge con calce, olio e cenere, per aumentarne la durata; e la parte da conficcarsi nel terreno leggermente si carbonizza.

Alla pertica si lega una corda, ad ogni tratto di due piedi, con filo di rame rosso, o con legacce di materia vegetabile.

La parte della corda, che supera la cima della pertica, resta libera e sciolta, come lieve disperditrice dell'elettricità atmosferica.

Alla sommità di questo palo si conficca un filo di ottone molto acuminato, lungo un piede, e grosso quanto una grossa penna di oca. . .

Nel mese di marzo, l'agricoltore dispone nel suo territorio i paragrindini, impiantandoli perfettamente verticali e lontani tra loro 80 pertiche, avendo cura di raddrizzarli qualora venissero piegati dal vento, e coprendo di spine la parte della loro base, che potrebbe danneggiarsi dall'armento.

Terminata la vendemmia, si tolgono e si conservano in luogo asciutto, e nell'anno vengente prima di ripiantarli si visitano, ed i guasti si accomodano. . .

Se nel luogo ove devesi impiantare il conduttore vi sia qualche albero di esso più alto, ma non di succo resinoso, se ne potrà profittare ponendo la punta metallica e la corda di paglia-lino all'estremità di un bastone secco e dritto, che si lega fortemente in cima dell'albero istesso per farlo funzionare da pertica, e conficcando nel terreno l'altra estremità della corda. . .

Il Basevi, essendosi studiato di dimostrare con undici esperienze, che la corda di paglia è un imperfetto conduttore in confronto del metallo, si paragrindini alla Tholard preferisce quelli muniti della corda metallica.

Consistono essi in un grosso palo di quercia o di castagno, da conficcarsi in terra colla punta, e solidamente congiunto con una pertica di legno lunga 35 piedi, ed inverniciata per farla meglio resistere all'azione della pioggia.

A questa pertica è unito un filo di ferro, grosso quanto una penna da scrivere, e terminato in ambe le parti da una punta di ottone ad esso aderente per attorcigliamento.

Questo conduttore è strettamente legato alla pertica, e questa al palo con anelli di rame. . .

Gli ostacoli che si opposero alla pronta divulgazione de' nuovi strumenti, furono il timore dell'incuria de' contadini nel conservarli, e la posizione di alcuni luoghi, ne'quali, o la grandine non cade giammai, o di rado, ma con danno incalcolabile. Volendo ovviarvi, l'Accademia Agraria del Dipartimento dell'Eure propose di estendere e regolare la coltura del pioppo italiano, detto anche cipressino; ed il Ridolfi, quella degli alberi più sugosi e meno carichi di materia resinosa o di ragia, ed armati nelle loro cime di punte metalliche.

Li crede egli più efficaci dei paragrindini metallici per le se-

guenti ragioni: — 1.^o le radici di quelli sono in contatto con uno strato di terra umida, ed i fili di questi terminano nella polvere o in una durissima zolla: — 2.^o si alzano quelli nell'aria per venti e trenta braccia, e lasciano molto più basse di loro le pertiche confitte nel suolo: — 3.^o non temono essi gli urti del vento, dell'aratro, della vanga, del buo: — 4.^o non sono esposti alla mano danneggiatrice dell'uomo malevolo, e lungi dal soffrire per le ingiurie del tempo, divengono ognor più forti, e più atti all'uso a cui sono destinati:— 5.^o e se col volger degli anni si scorgono inutili all'esperimento, il capitale non è perduto, anzi si è accresciuto o formato, ed il mantenimento non si è gettato. . .

I boschi somministrano naturalmente gli alberi, a cui si può affidare le punte preservatrici in quelli che sono tra loro nella dovuta distanza, che presentano un' indole adattata, una figura propria, ed una prospera vegetazione.

Gli ulivi, e gli alberi destinati al mantenimento delle viti, presentano lo stesso vantaggio, e facilmente si può educare qualcheduno di essi in modo da presentare un ramo più elevato e capace di sostenere la punta metallica. — Pei pioppi questa educazione è facile, come lo prova la pratica dei contadini per procacciarsi qualche pertica, o stanga, o staggi da scale, o alberetti da trapiantare. Volendosi fare all'uopo una piantagione di alberi, pei luoghi bassi e paludosi il pioppo bianco o nero è preferibile a qualunque altra specie di vegetale: la sua sveltezza e la stretta disposizione dei rami lasciano signoreggiare la punta, e la loro struttura rende facile l'ascensione su di essi.

Se la natura del terreno esclude la coltura di tali pioppi, si sceglieranno altri alberi più atti all'uopo, facili ad educarsi, svelti e piramidali, e sui quali facilmente si possa montare; tranne quelli a succo resinoso, e che producono ragia, come i pini, gli abeti, i cipressi, le tuie, le acacie, e gli alberi di legno sodo e compatto, come il giuggiolo ed il sorbo. — Questi alberi debbono distare fra di loro per ogni lato 250 braccia italiane, compartendosi il suolo in tanti quadrati senza una rigorosa simmetria.

Debbonsi armare più quei lati pei quali i venti sogliono trasportare le procelle, e spingere le armature ove più suole avvenire l'addensamento dei nuvoli. Queste circostanze, dipendendo dalla po-

sizione del terreno, dalla vicinanza ed altezza dei monti, e dalla natura dei venti, non possono meritare pratiche stabili e generali. I confini dello stabile contigui ai terreni non armati debbono avere de' paragrindini in maggior numero ed elevati il più che sia possibile. Le colline ed i monti sino alla loro vetta debbono diligentemente armarsi anche in preferenza delle profonde vallate.

Queste cure sono ben compensate dalla prospera vegetazione dei campi, essendo ben nota l'influenza dell'elettricismo sul ben essere dei vegetabili, ed abbastanza dimostrandolo le esperienze di Bertholon. Nè è da temersi l'immediato disseccamento degli alberi dopo una corrente fulminea scagliata su di essi, come non di rado avviene, poichè il nuvolo tempestoso gradatamente ed in silenzio è dislettrizzato dai paragrindini.

Il modo di armare i campi, secondo il progetto del Ridolfi, è il seguente. Su di un albero, per esempio di pioppo, si sceglie una vermena più rilevata degli altri rami, simile a quelle che si educano per staggi da scale od altró; e su di questo ramo valido, ch'è ordinariamente il vertice, si adatta il conduttore metallico.

È questo formato da un filo di ferro, grosso quanto una penna da scrivere, lungo due palmi e mezzo, ed inverniciato con tinta ad olio, da rinnovarsi quando si consuma, per impedire l'ossidazione del metallo. La punta inferiore del conduttore si curva leggermente per insinuarla nel ramo finchè giunge nell'interno dell'alburno.

Nel ramo intanto dev'essersi praticato col succhiello un foro obliquo, ma non troppo largo nè troppo profondo, affinchè il metallo combaci perfettamente col legno, onde giova che questa punta vi si faccia entrare con un lieve colpo di martello. Non deve essa inverniciarsi, ma stagnarsi per impedirne l'ossidazione, e la punta superiore della spranga devesi parimente stagnare, oppure farsi di ottone, attorcigliandovi un filo di ferro. Quando queste punte si arrugginiscono conviene ristagnarle.

Questa spranga si deve meglio fissare sul ramo per mezzo di due legature di salcio, da rinnovarsi in ogni anno. Se il ramo più alto è curvo, si piega dolcemente il conduttore in modo da secondare la tortuosità dello stesso; e dopo di averlo solidamente fissato con più legature, si dispone la parte libera a perpendicolo.

Se i rami circonvicini superano in altezza il paragrindine e

sono deboli, si raccorciano, e se qualcheduno di essi è sufficientemente robusto, è ben fatto l'affidargli la punta metallica, rimovendola con accuratezza dal ramo a cui era innestata.

Le punte non debbono essere mai rugginose, e se giungano ad esserlo, si deve ristagnarle. . . .

Mentre tanti scienziati stimabili, animati da vero zelo, aveano già armate di paragrindini vaste tenute, ed attendeano i risultati della loro filantropica intrapresa per farne prezioso dono alla società, furono scoraggiati in modo, nel meglio delle loro osservazioni, che cessarono di proseguirle.

L'Accademia delle Scienze di Parigi, nella sua assemblea degli 8 maggio 1826, espone il suo parere sulla teorica nullità di questo mezzo, tanto preconizzato da molte Società di Agricoltura; e il celebre Arago, nel Lunario dell'ufficio delle longitudini, nell'anno 1828, dimostrò parimente l'inutilità dei paragrindini colle seguenti espressioni:

» Se si potesse credere all'efficacia dei paragrindini, dovrebbe essere a condizione ch'essi coprissero una grande estensione di paese: sarebbe una grande assurdità pretendere di garantire un campo, un vigneto con qualche pertica, quando le vigne ed i campi vicini non ne fossero anch'essi forniti. D'altronde, l'esperienza ha dimostrato, che frequentemente la grandine cade nell'interno delle città in mezzo ai parafulmini e sopra questi stessi apparecchi ».

» Gli agricoltori, continua lo stesso autore, troveranno sempre sia nelle mutue assicurazioni, sia in quelle dapprima convenevolmente graduate secondo le contrade, un sicuro preservativo contro i danni della grandine, e molto più economico della molteplicità delle pertiche, colle quali dovrebbero coprire le loro proprietà. Le Società d'Agricoltura acquisteranno nuovi diritti alla confidenza pubblica, allorchè favoriranno ancora degli utili stabilimenti; esse mancheranno al contrario al loro scopo commendando dei semi preservativi, di cui niuna autentica esperienza ha finora provato l'efficacia ».

Queste sentenze intanto, non debbono farci desistere dalla ricerca de' mezzi di sottrarre le nostre campagne al flagello distruttore della grandine. Con molto vantaggio i giornali di agricoltura han parlato dei paragrindini, e molti fatti potrebbero addursi in

comprova dell'assunto; e per tutto basterebbe ricordare la decisa influenza dei boschi sui nuvoli tempestosi.

Sono troppo sorprendenti gli effetti del diboscamento per passarli sotto silenzio.

Gli antichi han descritto la Germania e le Gallie, come regioni in cui l'uomo non poteva vivere che una vita incomoda e penosa, per l'insoffribile fredda temperatura e per l'esistenza troppo prolungata delle nevi; ma nulla di tutto ciò osservasi a' dì nostri. Per attestato di tutti gli antichi scrittori, la Palestina, venti secoli addietro, era fertilissima; oggi è arida e sterile.

Fin dal secolo passato i Naturalisti hanno riguardato il taglio dei boschi siccome la principale fisica cagione di questi cambiamenti.

Il diboscamento e lo scolo delle paludi nella Colombia (America Settentrionale) han reso temperati e salubri que' luoghi altra volta umidi, freddi e malsani.

Se prima di esser erudito fosse stato scienziato, il Voltaire non avrebbe detto una empietà in religione ed un errore in fisica, quando, credendo di confutare la parte storica della Bibbia, la dichiarò un romanzo, perchè vi si qualifica la Palestina per fertilissima: tanto è vero, che chi imprende a scrivere intorno ad istorici argomenti prima di sapere la fisica, la geologia e la geografia, quantunque sia fornito di molto spirito e possessa i pregi letterarii dello scrittore, si espone nulladimeno alle più rovinose cadute.



LEZIONE LI.

DELLE METEORE ELETTRICHE

Sotto nome di *meteore elettriche*, noi intendiamo dire di quelle nelle quali il fluido elettrico ha tanta parte, che sembrano da quello solo costituite e prodotte: tali sono principalmente il fulmine, le stelle o fiammelle di Sant'Elmo, dette anche di Castore e Polluce, i fuochi lambenti, l'Aurora boreale, ec. — E prima diciamo del fulmine, terribile meteora, dai tempi più antichi osservata dagli uomini, ma onde la natura e le leggi a cui è sottoposta, furono rinvenute e veramente studiate ai tempi nostri.

Non ignoro, che gli antichi osservarono molto il fulmine, e che specialmente gli Etruschi ne notarono minutamente tutte le sue apparenze, perchè questo serviva alla superstizione degli auguri; ma qual uomo, in tutta l'antichità Etrusca, Romana e Greca, Egizia, Fenicia ed Indiana, qual uomo è da paragonare ad un Franklin, il creatore della vera scienza del fulmine?

Mentre l'Europa ragionava intorno a questa formidabile meteora, dietro le idee o strane, o vaghe, o puerili, o incomplete delle antiche scuole, presso un popolo nuovo s'istituivano delle dirette esperienze sulla folgore. Il Franklin trovò nel Nuovo Mondo il modo di farla discendere dal cielo per indagarne la natura: e il Nuovo Mondo, che non avea saputo fino a quel tempo difendersi dall'artiglieria europea, insegnò all'Europa il modo di difendersi dal fuoco celeste.

In altri tempi il nome del celebre sperimentatore sarebbe stato registrato fra quelli degli Dei, ed avrebbe ricevuto le adorazioni dei popoli; ma ora non ha acquistato che un titolo alla stima dell'umanità.

Quest' uomo, per tante ragioni giustamente celebre, in una sua corrispondenza epistolare, tenuta con un socio della Reale Accademia delle Scienze di Londra, dal 1747 al 1753, fece di pubblico diritto le osservazioni fatte per provare la identità del fluido elettrico colla materia del fulmine. Partendo sin d' allora dalla ipotesi immaginata per spiegare i fenomeni delle tempeste colle note proprietà del fluido elettrico, ipotesi poi confermata dai fatti, avea osservate quasi tutte le circostanze del fulmine, ed indagato la causa del tuono. I seguenti punti d' analogia, fra il gran fenomeno della natura ed i tenui risultamenti delle nostre macchine elettriche, furono i fondamenti del suo ragionamento:

1. Il fulmine si scaglia generalmente a *zig-zag*; — simil direzione è costantemente seguita da una poderosa scintilla elettrica suscitata dalla macchina, quando attraversa un grosso strato di aria.

2. Il fulmine percuote più spesso i corpi alti e prominenti, come le sommità delle montagne, gli alberi i più alti, gli alberi dei vascelli, i campanili, le torri, ec.; — non altrimenti procede il fluido elettrico delle macchine, che passando dal conduttore in un altro corpo irregolare, colpisce di preferenza le parti più sporgenti di questo.

3. I corpi non conduttori sono rispettati dal fulmine, mentre i conduttori lo trasmettono colla maggiore facilità; — cioè si osserva nell' elettricità delle nostre macchine.

4. Il fulmine accende il solfo, le resine, e tutti gli altri corpi combustibili; — al pari dell' elettricismo delle macchine.

5. Il fulmine fonde i metalli; — la scarica elettrica delle nostre macchine fonde i fili metallici. Entrambi ossidano i corpi ossidabili e volatilizzano i volatilizzabili.

6. Il fulmine sfrantuma i corpi friabili o in essi cagiona delle irregolari lesioni; — e lo stesso fenomeno è prodotto sui corpi fragili da una poderosa scintilla elettrica sviluppata dalle macchine.

7. Il fulmine acceca; — ed il Franklin fece perdere la vista a diversi animali, assoggettandoli all' azione della scarica elettrica delle macchine.

8. Il fulmine uccide, incenerisce, e fa cadere in una luttuosa catalepsi gl'infelici che colpisce, senza lasciare in essi alcun segno di ferita; — ed alcuni gallinaeci del peso di circa dieci libbre rimasero vittime dell'elettrico, sovr' essi scaricato dalle macchine.

9. Il fulmine e l'elettricità prodotta dalle macchine, agiscono nello stesso modo sull'ago calamitato, ed entrambi hanno il potere di magnetizzare il ferro. . .

Questo basti in prova della identità del fluido del fulmine con quello prodotto dalle nostre macchine elettriche.

Ora mi piace di referire alcuni punti più curiosi della storia delle esperienze istituite dal Franklin per indagare la natura e le leggi del fulmine. — Dopo molte scoperte elettriche fatte da questo uomo benemerito dell'umanità, specialmente sulla bottiglia di Leida e sul potere delle punte, egli concepì l'ardita impresa di togliere l'elettricità alle nubi: alcune esperienze decisive lo avevano convinto, che una spranga di metallo acuminata ed elevata a grande altezza sulla sommità di un edificio, dovea sottrarre l'elettrico ai nuvoli temporaleschi: ansioso, aspettava il termine della costruzione di un campanile in Filadelfia; ma stanco di attendere, ed impaziente di eseguire un esperimento decisivo, impiegò un altro mezzo più pronto e non meno efficace. Trattandosi di alzare un corpo nella regione del tuono, pensò, che un cervo volante (l'aquilone dei nostri ragazzi), superando i più alti edifici, si potrebbe molto avvicinare alle nubi procellose, nelle quali risiede la materia del fulmine: fu questa la prima volta, che videsi un trastullo dell'infanzia divenire nelle mani di un filosofo lo strumento delle più grandi scoperte.

Egli lo costruì nel seguente modo: legò i quattro angoli di una gran pezzuola di seta alle estremità di una croce sottile di legno di abeto, adattandovi una punta di metallo, una coda, ed un filo. Avvicinata appena la prima tempesta, corse in campagna con suo figlio, ed alzò l'aquilone; poi legò all'estremità del filo dell'apparato una chiave, ed a questa un cordone di seta, che indi affidò ad un palo, ed isolò così tutto l'apparecchio. Mentre il cervo volante vagava pell'aria, attese che questo sentisse gli effetti del temporale: osservò sulle prime una tale divergenza nei fili di canape componenti il filo, che ricusavano di restare più oltre at-

tortigliati: fu questo il primo segno di elettricismo che ebbe: passata poi al di sopra del cervo volante una nube molto densa e nera, cadde la pioggia; cosicchè, inumidito il filo, egli ebbe occasione di raccogliere maggiore quantità di elettricismo; avvicinate allora alla chiave le giunture delle sue dita, ne trasse una corrente di scintille vive ed acute, colle quali accese lo spirito di vino, caricò la bottiglia di Leida ed eseguì molte delle ordinarie esperienze elettriche.

L'importante scoperta della identità del fluido del fulmine che si manifesta nelle tempeste, col fluido che si sviluppa dalle macchine elettriche, dalla modestia dell'autore chiamata ipotesi, fu da esso avvalorata con un altro esperimento: egli innalzò sulla parte più eminente della sua casa una spranga isolata, adattando alla sua estremità inferiore de' campanelli, talchè il suono dei medesimi potesse avvertirlo quando l'apparecchio era elettrizzato, pel passaggio al di sopra del medesimo di un nuvolo tempestoso. L'invenzione di questo nuovo apparato presentò al Franklin l'occasione favorevole di ripetere i suoi tentativi, e d'impredere nuove ricerche; talchè, queste ed altre idee appena diffuse, richiamarono l'attenzione di tutti i fisici d'Europa sul terribile fenomeno del fulmine, i quali, per grandi ed ingegnosi studi (dei quali non vogliamo dimenticare di dire che fu molto benemerito il nostro Beccaria) e dirette esperienze, giunsero finalmente a stabilire i seguenti principii.

1. Esistere nell'atmosfera un'elettricità naturale ora positiva ed ora negativa.

2. Nei tempi secchi e sereni essere l'aria in generale pregna di elettricità positiva, onde la quantità aumenta colla elevazione dalla superficie terrestre; e comportarsi gli strati aerei tra loro in modo, che i superiori sembrano positivamente elettrizzati relativamente agl'inferiori.

3. Le nuvole essere elettriche, le une positivamente e le altre negativamente, e aver talvolta questa proprietà oltremodo intensa.

4. Esistere squilibrio elettrico talora tra nube e nube, e talvolta tra le nuvole e qualche parte della terra.

5. Il fluido elettrico disequilibrato tendere a riequilibrarsi con una forza proporzionale a quella produttrice lo squilibrio; ed in circostanze favorevoli riequilibrarsi istantaneamente.

Tali sono i principii. . .

Ora, l'applicazione di essi, è la seguente:

Benchè ignorisi la vera disposizione dell'elettricità nell'interno delle nubi e sulla loro superficie, pure possiamo con certezza affermare, che esse si respingono quando trovansi ugualmente elettrizzate, e si attraggono quando lo sono disugualmente.

Gli straordinari movimenti che osservansi nel cielo in occasione di tempesta, sono senza dubbio gli effetti di queste attrazioni e repulsioni.

In tal caso, il vento non è la sola potenza che agita e trasporta le nubi; anzi la sua influenza è modificata dall'elettricismo, che, o più o meno vigorosamente, agisce su questi enormi ammassi di vapori.

Perciò, veggonsi le nubi rapidamente avvicinarsi, respingersi, o rotolar su loro stesse, come se il vento che le trasporta non formasse che un vasto vortice; ed in mezzo a queste generali agitazioni dell'atmosfera, mirasi svolgorare il lampo ed odesi il prolungato rimbombo del tuono: la quale esplosione si manifesta con tre fenomeni, cioè:

1.^o Col *chiarore*, o *lampo*, o *baleno*, o *viva luce*, che dir si voglia.

2.^o Colla *folgore*, o *fulmine*, o *saetta*, o *tratto di fuoco*, che percorre nello spazio un tratto più o meno lungo e tortuoso.

3.^o Col *tuono*, rumore variabile, il quale talora si avverte come un semplice scoppio, e talvolta è accompagnato da uno scroscio particolare o ruotolamento, che può indebolirsi e rinforzare. Talchè, la più esatta definizione di questa meteora può esser la seguente:

— Il fulmine è un fenomeno o una meteora, che, quando il cielo è coperto di certe nubi, si manifesta primieramente con un getto subitaneo di luce, e qualche istante dopo con un rumore più o meno prolungato. — La qual definizione sfugge facilmente alla maggior parte delle critiche, appunto perchè ella non contiene nulla d'ipotetico, nulla di relativo alle sperienze moderne dei fisici, nulla che non sia il risultamento di una osservazione immediata.

È un errore volgare e frequente di scambiare la parola *tuono* (il significato diretto della quale è fracasso, scoppio, rumore, bron-

tolio, ec.), colla folgore, come per esempio nelle elocuzioni: il tuono è caduto, colpito dal tuono, ec. Noi abbiamo rinvenuto anche in qualche libro di scienza questo errore; ma nei buoni scrittori è rarissimo. . .

Quanto alla storia naturale di questa meteora è noto, che il celebre Arago, principe dei fisici europei, ne pubblicò nel 1837 il trattato più compiuto: dal quale noi attingemmo molto di quello che siamo per dire.

E principalmente intorno ai caratteri esteriori delle nubi tempestose, nel seno delle quali la folgore nasce e si elabora, e si manifesta con abbaglianti getti di luce e con detonazioni più forti di quelle delle grosse artiglierie, diremo: che ponno distinguersi dalle nuvole ordinarie per dei caratteri particolari costanti e facili a concepirsi, nel numero dei quali citeremo principalmente una specie di fermentazione, alla quale esse sole sembrano soggette, fermentazione che un fisico inglese, con una immagine in vero assai strana, ha paragonato a quella della superficie di una forma di cacao piena di vermi. Noi diremo, che le nubi tempestose sono densissime, simili a masse di cotone l'una sull'altra ammontate; ovunque elle sono contornate nettamente da linee curve rotondeggianti, e staccansi dall'azzurro del cielo, come fanno le sommità dei monti coperti di neve.

All'apparizione di queste nubi bianche, dense e pittoriche, succede quella, verso l'orizzonte, d'una grossa nuvola cupissima, per mezzo della quale pare che le prime comunichino colla terra: il suo colore oscuro, estendesi a poco a poco alle nubi elevate, ed è notevole, che la generale superficie di queste facciasi gradatamente più spianata e liscia. Dalle parti le più elevate di questa unica massa e compatta, spuntano, sotto forma di lunghi rami, delle nuvole, che, senza staccarsene, coprono a poco a poco tutto il cielo: — le masse bianche, che alcuna volta interrompono qua e là il colore uniformemente cupo della grossa nube tempestosa (masse che gli antichi paragonarono a fiocchi di lana), dotate di movimenti bruschi, incerti, irregolari, effetti della influenza attrattiva della grande massa, sono dai meteorologi chiamate nubi *ascetizie*, vale a dire nubi addizionali o subordinate.

Dopo che la grande nube oscura e tempestosa ha superato; esten-

dendosi, il punto del zenith; quando copre la maggior parte del cielo, l'osservatore vede al di sotto di essa molte piccole ascezzie, senza che possa decidere donde vennero e come si formarono; elle sono rotte, sminuzzate, quasi stracci di nube; proiettano, or qua or là, lunghi rami; il loro movimento è rapido, irregolare, incerto, ma sempre orizzontale: quando nei loro opposti moti, due di queste nuvole si accostano, elle stendono l'una verso l'altra i loro rami irregolari; ma dopo essersi quasi toccate si respingono, ed i rami piegansi con un moto contrario a quello in prima manifestato.

Tale è l'aspetto delle nubi temporalesche vedute dalle pianure, dalle valli e dalle colline poco elevate: ma ascendendo sugli alti monti della terra, a tanta eminenza da veder formarsi la tempesta sotto i piedi, si osserva, che quando la superficie inferiore della gran nube diventa liscia, la superiore che guarda il cielo fassi asprissima di forme, componendosi di altissime protuberanze e di profonde cavità.

È noto, che sono necessarie due condizioni, secondo il Franklin, perchè una nube sia tempestosa: e primieramente bisogna che questa nube sia estesissima; poi occorre che delle nubi ascezzie s'interpongano tra essa e la terra: ma è vero, è fuor d'ogni dubbio che i lampi non mai guizzano da una piccola nube isolata, e che non mai la folgore se ne distacca? La maggior parte dei meteorologi, concordi col filosofo americano, rispondono affermativamente: il celebre Saussure, dice, nella relazione del suo bel viaggio al Colle del Gigante: « Quanto alle tempeste, io non le ho vedute nascere sulle Alpi, che nel momento dell'incontro, del confitto di due o più nubi; al Colle del Gigante o sulla cima del Monte Bianco, finchè noi non vedevamo nell'aria che una sola nube, per quanto densa e cupa sembrasse, non mai osservammo che ne uscisse la folgore: ma se si formavano due strati di nubi, l'uno sopra all'altro, o se qualche nuvola saliva dal piano o dalle valli, e veniva a raggiugnere quelle che coronavano le cime dei monti, il loro incontro era segnalato da dei colpi di vento, dai tuoni, dalla grandine e dalla pioggia ».

Ma sono alcuni osservatori, dice l'Arago, e non meritano certamente il disprezzo nel quale comunemente si tengono, i quali narrano dei fatti, che tenderebbero a dimostrare il contrario; che cioè

può manifestarsi la folgore anche dalle nubi isolate. I meteorologi fanno in questo momento le osservazioni decisive in proposito: frattanto, mentre a risoluzione del problema le attendiamo, diremo, che pare abbastanza certo, che la folgore non guizza mai dalle nubi *fumose*, vale a dire da quegli strati di vapore, che sono notevoli per la uniforme apparenza della loro composizione, e per la regolarità della loro superficie.

Fra breve forse avremo su tutto questo argomento dei dati più netti, più precisi e più sostanziosi: un simil tema è certamente degno dell'attenzione dei naturalisti e dei viaggiatori scienziati. . .

La folgore si elabora e si manifesta qualche volta in nubi, la natura delle quali sembra in tutto diversa da quella delle nubi atmosferiche ordinarie. Plinio il giovane scrisse a Tacito due lettere, divenute celebri, intorno all'eruzione del Vesuvio, che, nell'anno 79 dell'era nostra, produsse la morte dello zio suo Plinio il vecchio o il naturalista: nella seconda di queste lettere, parla di *nubi nere ed orribili*, che erano quelle prodotte dalle ceneri vulcaniche, *rotte da fuochi serpeggianti*; espressione esattissima che caratterizza le specie di lampi che si manifestano nelle tempeste ordinarie; parla di *nubi che s'aprirano*, e lasciavano fuggire lunghi solchi di fiamme, simili a lampi.

Dall'epoca di Plinio ai nostri giorni, tutti gli osservatori delle eruzioni vesuviane, etnee, ec., non cessano di parlare dei lampi tortuosi e serpeggianti, che attraversano il fumo densissimo che si innalza dal cratere, e del tuono continuo e fragoroso che rimbomba nell'aria in modo spaventosissimo: i villici stabiliti a piè del Vesuvio e dell'Etna temono più le folgori che cadono tra essi accompagnate da lampi incessanti, che le ardenti lave e gli altri fenomeni minacciosi dai quali una eruzione vulcanica è sempre accompagnata. Spesso la massa delle ceneri vulcaniche, fini come il tabacco di Siviglia, è trasportata a gran distanza; nel 1794 il vento la portò infino a Taranto, cento leghe circa distante dal Vesuvio; ell'era ancora carica di elettrico, e continuamente staccavasi la folgore, che produsse dei grandi guasti negli edifizii.

Alcuni naturalisti attribuiscono un tal fenomeno solamente alle acque: dicono, che immense colonne di vapore acqueo s'elevano spesso dai crateri; che questo vapore forma la parte principale delle nubi vul-

caniche, la bianchezza e la trasparenza delle quali sono alterate dalle polveri nere ed impalpabili: ma anche se quella abbondanza dei vapori acquosi nelle nubi vulcaniche fosse vera, bisognerebbe sempre spiegare, come il vapore, quando s'eleva appresso a poco puro dai crateri dei vulcani, possa avere le proprietà dei vapori nuvolosi della tempesta: d'altronde, che le ceneri vulcaniche abbiano eminentemente le proprietà elettriche, è dimostrato anche da altri fatti: spesso pio-
vendo dall'atmosfera elle hanno coperto le campagne formandovi uno strato di terra estremamente arida, e nulladimeno così fortemente impregnata della materia del fulmine, che manifesta al maggior grado il fenomeno della fosforescenza. . .

Vogliamo dire brevi parole anche sulle altezze delle nubi tempestose. La folgore produce, cadendo su certe rocce, dei fenomeni locali di fusione e di vetrificazione, ben noti ai fisici; queste vetrificazioni superficiali e circoscritte, il celebre Humboldt le ha vedute nella parte culminante della montagna di Toluca, a ponente del Messico, all'altezza di 4620 metri dal mare; il Saussure le ha osservate alla sommità del Monte Bianco (Alpi), a 4810 metri d'altezza; e il Ramond sul Monte Perduto, a 3410 metri e sul Pico del Mezzodì (Pirenei), a 2935 metri sul livello dell'Oceano.

Se la folgore, secondo l'opinione comunemente adottata, si slanciasse soltanto dall'alto al basso, per le dette precise osservazioni saremmo autorizzati a dire, che, almeno nei paesi montuosi, le nubi tempestose si elevano qualche volta:

| | | |
|---------------------|------|--------|
| Al Messico a più di | 4620 | metri. |
| In Svizzera | 4810 | " |
| Nei Pirenei | 3410 | " |

Ma tal supposizione è erronea, perchè la folgore può ben lanciarsi eziandio dal basso in alto: il perchè non possiamo sperare di trovare determinazioni certe delle più grandi altezze a cui aggiungono le nubi tempestose, altro che nelle relazioni dei viaggi ove sieno osservazioni di fatto.

Così per esempio troviamo, che il Bouguer ed il Lacondamine furon sorpresi da un oragano sul monte Pichinca, una delle cime della Cordilliera delle Ande, nel Perù, che ha 4868 metri d'altezza. Il Saussure ha veduto e misurato l'altezza delle nubi tempestose sulle Alpi, e le ha trovate a 4500 metri d'altezza verticale

sul mare; nei Pirenei, il Peytier e l'Hossard hanno visto nubi tempestose a 3000, 3200 e 3300 metri d'altezza verticale sul mare, ec. ec.

Ecco dunque in America, nelle Alpi, nei Pirenei, delle vere, delle frequenti tempeste a immense altezze sopra l'Oceano: — ma per le tempeste che scoppiano sui paesi piani, è egli necessario che le nubi giungano a tanta altezza? La questione è importantissima per la fisica del globo; perchè, se la fosse risolta affermativamente, sarebbe provato, che il grado di densità dell'aria è la sola causa della formazione delle nubi tempestose; e se venisse dimostrata l'ipotesi contraria, l'azione della terra sulla formazione delle medesime diverrebbe manifesta, per cui, elevandosi il suolo, eleverebbesi eziandio la regione delle tempeste. — Ma cerchiamo i fatti:

Il Delisle osservò a Parigi, nel secolo passato, delle nubi tempestose dalle quali partivano i lampi e le folgori, alla enorme altezza di 8080 metri.

Il Cappe osservò a Tobolsk, in Siberia, le nubi tempestose a 3470 metri.

A Berlino, il Lambert, osservò le nubi tempestose all'altezza di 1900 metri.

Il Gentil assicura, che all'isola di Francia, nell'India, nelle isole Filippine, ec., lo strato inferiore delle nubi tempestose ha ordinariamente circa 1000 metri di elevazione verticale: una sola volta, a Pondicherì, dice che il centro della tempesta si trovava ad un'altezza di più di 3300 metri.

Ma queste osservazioni sono poche e troppo disperate, per poterne dedurre una legge generale: e la prima forse è anche erronea; nulladimeno non furon visti mai a Parigi nuvoli temporaleschi ad altezze minori di 1000 metri. Questo è un campo libero pei meteorologi, a cui d'altronde resta molto da fare pel perfezionamento di questa scienza sì utile e bella. — Frattanto noi parleremo delle diverse specie di lampi. . .

I lampi che si manifestano nelle tempeste, hanno delle forme molto dissimili e delle proprietà variate abbastanza per poterli distinguere in tre classi.

La *prima classe* comprende quei lampi che ognuno ha certamente notati, e sembrano consistere in un tratto, in un solco di luce ristrettissimo, sottilissimo e sommamente dentellato sui margini.

Questi lampi non sono nè sempre bianchi, nè sempre del medesimo colore: i meteorologi dicono averne visti dei purpurei, dei violacei, degli azzurrini: le quali varietà di colore sono evidentemente legate allo stato dell'aria in mezzo della quale quei lampi si produssero; di guisa tale che, la semplice rivelazione del colore di questa meteora, può, in certi casi, diventare l'equivalente di molte sorte di osservazioni meteoriche, fatte nella regione stessa delle nubi.

Ad onta della loro incredibile velocità, questi lampi non si propagano in linea retta, ma, al contrario, ordinariamente serpeggiano, e descrivono nello spazio delle linee a *zig zag* pronunziatissime: alcuna volta avviene, che dopo aver percorso in questa guisa considerevol tratto, questi lampi ripiegansi sopra se stessi, e ritornano inverso la regione donde erano partiti: il qual fenomeno, che non è se non una rara eccezione nelle nubi temporalesche, manifestasi al contrario frequentemente in mezzo alle nuvole vulcaniche.

Non di rado i lampi di questa *prima classe* guizzano da un gruppo all'altro di nuvole: ciò nondimanco la loro corsa ordinaria li porta dalle nuvole inverso la terra; ed in quest'ultimo caso si è creduto vedere l'estremità inferiore del tratto luminoso sotto la forma di un dardo. Ma una cosa molto meno dubbiosa è la diramazione di questi lampi, sempre verso la loro estremità inferiore, in due o tre branche perfettamente distinte, che aggiungono a dei punti della terra gli uni dagli altri assai distanti: ed anche questo fenomeno, scorgesi più spesso nelle nubi vulcaniche, che non nelle nubi tempestose.

Finalmente faremo notare, che i lampi di questa *prima classe*, chiamati dal volgo saette, credesi comunemente che possano produrre l'incendio e la distruzione; di guisa tale che costituirebbero la folgore veramente detta. Al qual proposito, crediamo non inutile riferire la sentenza di Seneca, che dice: » il lampo è la folgore che non discende infino a terra, mentre la folgore, al contrario, è il lampo che agguigne infino ad essa » . . .

La luce dei lampi della *seconda classe*, invece di esser concentrata in tratti angolosi e quasi senza apparente larghezza, abbraccia al contrario immensa superficie: il suo splendore non è nè bianco, nè vivace, come quello dei lampi fulminanti; spesso è rosso

intenso, e spesso vi domina l'azzurro o il violetto: talchè, se avviene in una tempesta che lampi di queste due classi s'incrocino, l'occhio meno esercitato può distinguerne la differenza all'andamento ed al colore.

I lampi della *seconda classe* pare che qualche volta non illuminino che i contorni delle nubi donde guizzano: altre volte la loro viva luce sembra uscire dal seno di esse, come se le nubi s'aprissero, e abbraccia quindi tutta l'estensione superficiale di queste medesime nubi.

I lampi della *seconda classe* produconsi molto più comunemente di quelli della prima; tantochè, generalmente, gli uomini non hanno precisa idea che di essi: infatti una tempesta ne produce delle migliaia, ed alcuni appena dei primi.

I lampi di queste due classi non durano che un istante: essi ci danno frazioni di minuto secondo così tenui da rimanerne maravigliati: ma i lampi della *terza classe*, al contrario, sono visibili per uno due e fino per dieci minuti secondi di tempo. Scendono dalle nuvole in terra con bastante lentezza perchè l'occhio comodamente gli scorga nel loro cammino e ne apprezzi la velocità; gli spazi che abbracciano sono circoscritti, netti, definiti, e d'una forma che deve poco differire da quella della sfera, in quanto che da lunge, da certo punto di vista, questi spazi sembrano dischi di luce.

Questa meteora è però rarissima; pochi sono gli occhi che hanno veduto di questi globi di fuoco traversare nelle tempeste in diversi sensi e con velocità più o meno grandi, lo spazio compreso tra le nubi e la terra. Spesso queste masse di fuoco sono perfettamente sferiche; qualche volta mostransi sferoidali, e lasciano lungo il loro cammino una striscia di particelle infiammate, somigliando in qualche guisa a razzi; altra volta, nel momento della loro esplosione, proiettano fiamme in tutti i sensi ed a zig zag; qualche volta sono piccolissimi, ma in gran numero, e discendono dalle nubi superiori inverso le inferiori, o direttamente sulla terra, sotto l'aspetto di stelle cadenti: sempre però le loro proprietà sono formidabili, poichè rompono o forano quanto incontrano, incendiano, fondono e producono la morte. . .

I lampi guizzano alcuna volta dalle nubi per la loro superficie superiore e si propagano nell'atmosfera dal basso in alto: un tal

fatto, che abbiamo avvertito di sopra, è stato più volte osservato da coloro che viaggiano nei paesi d'alte montagne. . .

Ora, passando ad un'altra parte dell'argomento che ci occupa, dimanderemo alla meteorologia, qual è la durata di un lampo della prima e della seconda classe? Simil questione è più importante di quello che a prima giunta non sembri: nulladimeno, fino a questi ultimi tempi la scienza non fu in grado di risponderci: la soluzione del problema è recente, e riposa tutta su delle considerazioni assai delicate: le esperienze a tal uopo instituite dall'Arago sono maravigliosamente ingegnose, come ogni altra cosa partorita da quel bel talento: elle furono suggerite in parte da un giuoco infantile, vale a dire da quella esperienza che ognuno ha fatta od ha veduta fare, e che consiste nel produrre un nastro continuo di luce col moto rapido di un piccolo carbone acceso.

In simil modo, una linea luminosa genera, in apparenza, una superficie circolare di luce, quando la giri assai veloce intorno ad una delle sue estremità, da poter descrivere la intera circonferenza in un decimo di minuto secondo di tempo. — Questo è un punto di fatto, legato alla conformazione, alla sensibilità dell'occhio umano. Le cose sono così, ma elle avrebbero potuto essere altrimenti: l'esperienza sola deve far conoscere la verità.

La verità sperimentale una volta stabilita, che cioè un decimo di minuto secondo per giro nella rotazione di una linea, sia, com'è, la minor velocità indispensabile alla produzione di un'area circolare di luce continua, è facile dimostrare chiaramente, necessariamente, matematicamente, che 10, 100, 200 linee ugualmente spazieggiate, produrranno il medesimo effetto, girando intorno alla loro comune intersezione con minori velocità di rotazione, e precisamente con velocità 10 volte, 100 volte, 200 volte minori, che nel caso di una linea unica; vale a dire ch'esse corrisponderanno ad 1 secondo, a 10 o a 20 secondi di tempo, per tutto intero un giro.

Ora, siccome avverrebbero fenomeni identici, ossia che si facessero girare delle linee per se stesse luminose, ossia che si adoperassero a quell'ufficio delle linee luminose per riflessione, purchè le sieno di tal natura, di tal forma o talmente disposte, rispetto alla luce illuminante, che l'occhio possa scorgerle ugualmente

in tutte le posizioni ch'esse prendono girando; si costruisca una ruota a razzi piani e non levigati, inverniciati di una vernice di biacca, e pongasi dirimpetto ad un lume qualunque: non essendo levigati i razzi non faranno l'ufficio di specchi in nessuna delle loro posizioni, e solo si vedranno per quella specie di lume che i corpi illuminati si assimilano, per restituireci quindi in tutti i sensi o allo stato di luce diffusa. Un razzo tinto di biacca di perfetta bianchezza, girante intorno ad una delle sue estremità in $\frac{1}{10}$ di minuto secondo, genererà una superficie circolare bianca; 4, 10, 100 razzi della medesima natura, ugualmente spazzieggiati, produrranno il medesimo effetto, purchè girino, rispettivamente, in $\frac{4}{10}$ di minuto secondo, in 1 secondo, in 10 secondi.

Atteniamoci un momento a questo ultimo caso, a quello cioè in cui 100 razzi sottili, formanti tra essi angoli uguali, danno nascita, per l'occhio, a una superficie di luce circolare; effetto che comincia a manifestarsi quando la velocità di rotazione è di un giro per dieci secondi: una velocità minore non basterebbe, ma ogni velocità più grande condurrebbe anche meglio, se è possibile, al medesimo resultamento.

Nel numero infinito di velocità più grandi di quella che è strettamente necessaria perchè i razzi giranti sembrino una superficie continua, facciamo una scelta, onde fissare le idee; supponiamo, che i nostri cento razzi della ruota facciano un giro intero in $\frac{1}{10}$ di secondo, la quale velocità è facile ad ottenersi: ciascun razzo impiegherà allora il centesimo di questa quantità, o $\frac{1}{1000}$ di minuto secondo, per aggiugnere, da una qualunque delle sue posizioni, a quella che occupa nel medesimo istante il razzo precedente.

Teniamo bene a memoria quest'ultimo numero, e introduciamo nella nostra esperienza un'ultima condizione: supponiamo, che la luce che rischiarà i cento razzi della ruota girante, che la luce senza la presenza della quale questi razzi non si vedrebbero perchè non sono luminosi per loro stessi, non brilli in un modo continuo; ammettiamo, che girando sempre uniformemente nell'oscurità, colla velocità convenuta di un giro per ogni decimo di secondo, la ruota sia illuminata da una luce che non si mostra che un istante; ora, è la lunghezza di questo istante, è la du-

rata dell'apparizione illuminatrice, che deciderà se la ruota illuminata dovrà vedersi sotto la forma di una ruota vera con degli spazi e dei settori luminosi ed oscuri, brillanti o vuoti, o sotto la forma di una superficie continua e per tutto ugualmente luminosa.

Ammettiamo primieramente, che la luce non colpisca la ruota girante che per un istante di tempo infinitamente corto: questa luce non rischiarerà i diversi razzi che in una sola delle loro posizioni: ciascun razzo, su questa posizione unica e speciale, produrrà nell'occhio una immagine di cui abbiamo sperimentalmente fissato la durata a un decimo di secondo. La ruota girante potrà dunque vedersi per un decimo di secondo sotto la sua vera forma, e come se ella fosse immobile.

Procediamo ad un'altra supposizione, che può dirsi estrema: ammettiamo che la luce illuminata abbia durato un millesimo di secondo.

Un millesimo di secondo, è, per ipotesi, il tempo che ogni razzo impiega a passare da una delle sue posizioni a quella che occupa nel medesimo momento il razzo che lo precede. In questo breve intervallo di tempo, non sarà dunque nell'interno della ruota girante neppure una sola linea ideale procedente dal centro alla circonferenza, neppure un semidiametro possibile nel cerchio, che a sua vicenda non sia occupato o da uno o da altro razzo; insomma non vi sarà neppur una di queste mille e mille posizioni, nella quale i razzi non ricevano l'azione della luce illuminante, nella quale non debbano contribuire a formare un'immagine nell'occhio. Queste immagini, ricordiamocene bene, durano un decimo di secondo, vale a dire un tempo cento volte maggiore del bisogno, perchè tutti i raggi geometrici della ruota traccino una linea luminosa per l'occhio dell'osservatore: di guisa tale che, in un certo momento, tutte le linee luminose in questione vedranno simultaneamente; e la ruota, quantunque compongasì di razzi e spazi vuoti, sembrerà una superficie continua, un disco illuminato su tutti i punti.

Ora, se si volessero applicare le stesse considerazioni al caso nel quale la durata della luce fosse minore del tempo di cui ciascun razzo ha bisogno per trasportarsi, girando intorno al centro della ruota, da una delle sue posizioni a quella che occupa nel medesimo

istante il razzo che lo precede, ognuno facilmente concepirà quanto i risultamenti dell'esperienza abbiano ad essere diversi. Ammettiamo, per esempio, che la durata dell'apparizione della luce, non sia che della metà della precedente, vale a dire che ella non sia che di un mezzo millesimo di minuto secondo. In un mezzo millesimo di secondo, ogni razzo materiale percorre solamente la metà dell'intervallo angolare compreso fra una delle sue posizioni e quella simultaneamente occupata dal razzo che lo precede. Quando la luce si mostra, ciascun razzo mobile n'è colpito, illuminato in una delle sue posizioni; quando ella sparisce, ogni razzo non è ancora giunto che alla metà del cammino che doveva percorrere, per aggiugnere alla posizione del razzo precedente. Nell'istante *matematico* dell'apparizione della luce, tutti i razzi illuminati appaiono dunque tra loro divisi da spazi oscuri, estesi precisamente quanto è la metà di ciascuno dei settori vuoti che realmente dividono i razzi tra loro; nei quali spazi oscuri niun razzo ha penetrato nella durata del tempo per noi assegnato all'apparizione della luce. Tutti questi spazi, vuoti di materia solida, non han potuto riflettere inverso l'osservatore nessun raggio della luce illuminante; conseguentemente, la ruota ha dovuto sembrare composta della riunione di una serie di settori alternativamente oscuri e luminosi. — In questa guisa, giungesi ad operare sopra semplici millesimi di minuto secondo, con altrettanta esattezza, e più ancora, che non si potrebbe veramente fare coi mezzi usuali sui minuti secondi interi: riflettasi un momento alle particolarità dello esperimento, e questa asserzione non sembrerà esagerata.

Vuoi ora sapere la durata di ogni baleno, che solca il cielo in una notte oscura e tempestosa? Stabilisci dirimpetto alla regione ov'è il temporale una ruota a cento razzi di metallo bianco non lucido, o di legno inverniciato di biacca: fa che un meccanismo simile a quello dell'orologio le dia una velocità continua e regolare di dieci giri per minuto secondo di tempo, o di un giro per ogni decimo di secondo: poniti in osservazione tra la ruota e le nubi temporalesche, in modo però da non impedire alla luce dei lampi di arrivare liberamente alla ruota girante, la quale tu non scorgerai, poichè per ipotesi tutto è nella oscurità.— Ma un lampo guizza, ed in quell'istante la ruota è illuminata: tu devi dunque vederla, e la vedi infatti, ma

in condizioni diverse, secondo la durata del lampo: se il lampo non ha brillato che per un tempo infinitamente breve, la ruota avrà mostrato i suoi cento razzi luminosi immobili e della larghezza apparente dei razzi veri: se il lampo ha durato un millesimo di secondo, la ruota sarà comparsa come un disco pieno di luce dal centro alla circonferenza: — alle durate poi dei lampi, di un mezzo millesimo di secondo, di un terzo, di un quarto, di un quinto, ec. di millesimo di secondo, corrisponderanno delle apparenze circolari ove vedrassi, rispettivamente, $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{5}$, dalla superficie totale del cerchio affatto privi di luce.

Facendo la ruota girante di proporzioni maggiori, la scala superficiale delle misure essendo più estesa, quelle misure potremo apprezzarle come meglio piacerà: e variando la velocità di rotazione potremo emanciparci dalla necessità di valutare ad occhio il rapporto della parte illuminata alla parte oscura, riducendo il tutto alla determinazione della velocità sotto la quale il cerchio apparisce interamente illuminato. È noto che una velocità della ruota di un decimo di secondo per giro, produce un disco continuo di luce; ora, si aumenta gradatamente questa velocità, dimanicrachè, infine, il cerchio continuo apparisca: se quest' effetto non comincia a realizzarsi che nel momento in cui la velocità della ruota è di un giro per un mezzo o per un terzo di decimo di secondo, questa sarà la prova che la durata del lampo non è stata maggiore di un mezzo o di un terzo di millesimo di secondo; e lo stesso dicasi per tutti gli altri numeri che si potrebbero trovare.

Dopo questa lunga e minuta spiegazione dell'ingegnoso apparecchio dell'Arago, e della rispettiva teoria, è tempo finalmente di dire, che a fronte di aver cresciuto il numero per quanto era possibile dei razzi della ruota; dopo aver ricorso alle più grandi velocità di cui sono capaci i mezzi meccanici dell'orologeria, senza alterarne la uniformità e la sicurezza; la ruota girante, presentata nei tempi uraganosi ai lampi della *prima* o della *seconda classe*, non mai ha mostrata tutta la sua superficie pienamente luminosa; ma sempre, anzi, i suoi razzi si sono visti distintamente come se la ruota fosse in riposo, nè parevano per niun conto allargati. Laonde (conchiude il celebre Arago), resteremo molto al di qua della conseguenza che questo sperimento ci autorizzerebbe a tirare, se ci limitiamo a dire,

che i lampi i più vivi, i più estesi, della prima e della seconda classe, quelli eziandio che sembrano svilappare la loro luce su tutta l'estensione dell'orizzonte visibile, non hanno una durata uguale alla millesima parte di un minuto secondo di tempo!!!. . .

Un fatto rarissimo, ma che pur succede, è l'emissione continua della luce dalla superficie di certe nubi temporalesche: vari aspetti di questo fatto sono citati esattamente dal Beccaria, dal Rozier e dal Nicholson: ma noi ci limitiamo ad accennarli, rimandando i curiosi lettori alle rispettive memorie di quei fisici.

Quello che a questa occasione faremo notare si è: che certe materie estranee le quali alcuna volta si mescolano colla nostra atmosfera, le comunicano veramente la facoltà fosforescente ad altissimo grado: il Verdeil assicura, che la celebre caligine secca del 1783, sparse nella notte una luce, che permetteva sul lago di Losanna di vedere gli oggetti ad una certa distanza, fenomeno che si estendeva ugualmente su tutto l'orizzonte. Questa luce, egli dice, somigliava molto a quella della luna, quando, essendo nel suo pieno, quest'astro s'asconde dietro una folta nube. — La caligine del 1783 fu probabilmente la causa dei frequenti uragani che a quell'epoca regnarono.

E' opera sì bella, e così poco letta, del Deluc, intitolata *Idee sulla Meteorologia*, c'insegna, che le nuvole possono diventare luminose, senza che si abbia diritto di cercarne la spiegazione nelle piccole e continue *folgorazioni* di alcuni autori:—» Succedeva qualche *decomposizione fosforica* (dice il citato fisico, narrando di una meteora di questo genere per lui veduta a Londra nel mezzo di una notte d'inverno); perchè, donde avrebbe proceduto quella luce che appariva su tutta la nube? Non v'era il minimo segno elettrico nell'aire, poichè tutto era in riposo eccettuato il piccolo moto che avea l'insieme della zona delle nubi luminose ».

Quando riflettesi all'enorme indebolimento, che in certi giorni d'inverno le nubi fanno provare alla luce abbagliante del sole, si ha ogni diritto di meravigliarsi, come, dopo il tramonto di questo astro, a notte avanzata, perfino nel mezzo della nottata, e con il cielo tutto coperto di nubi, nulladimeno si veda all'aria aperta assai chiaro gli oggetti, perchè ognuno possa dirigersi nel suo cammino senza urtare in nessuno ostacolo. D'altronde non puossi ammettere,

che la luce, o se così piace, il lucore diffuso dal quale togliamo tanti vantaggi di notte mentre il cielo è interamente velato di nubi, provenga dalle stelle. Ma la sorgente siderea una volta esclusa, non ci rimane che un solo mezzo per spiegare i fatti; ed è, di supporre, che tutte le nubi sono luminose per loro stesse, non essendo tra le medesime altra differenza che dal più al meno. — Al maggior grado della scala figurerebbero le nubi osservate dal Rozier; più in basso, sarebbero quelle citate dal Nicholson; e più in basso ancora, quelle del Beccaria: finalmente all'ultimo termine della scala potrebbero classarsi le nubi dense e folte onde il cielo è coperto nelle notti più scure del verno, e che fanno nulladimeno che all'aria aperta l'oscurità a mezza notte non mai sia così grande quanto quella di un sotterraneo, o di una stanza senza finestre.

E finalmente, soggiungeremo un'ultima riflessione importantissima su questo argomento. — Tanta è la connessione tra le diverse scienze, e la loro rispettiva compenetrazione, che dai ragionamenti istituiti su queste osservazioni, l'Arago, senza volerlo, fu condotto a penetrare assai dentro in uno dei più grandi problemi della filosofia naturale, che è la questione di sapere, per quale artificio il nostro sole folgoreggi in cielo, da tanti secoli senza perdere del suo splendore. Le combustioni ordinarie, egli dice, sono inconciliabili con pari costanza: alla lunga, la materia combustibile e la materia comburente, avrebbero dovuto, non v'ha dubbio, esaurirsi: ma riguardando la fosforescenza siccome una necessaria conseguenza dello stato gassoso e nebuloso; e di più supponendo, come le dirette osservazioni degli astronomi moderni tendono a provare, che il sole sia ricinto da uno strato continuo di nubi, ogni difficoltà sparirà, perchè le emissioni fosforescenti non implicano indispensabilmente una perdita di materia. Forse basterebbe, soggiunge l'ingegnoso e dottissimo Arago, estendere a tutta un'atmosfera lo stato osservato dal Rozier in diverse parti delle nubi temporalesche, per arrivare a qualche cosa di somigliante allo splendore del sole. — » Se le mie conghietture fossero fondate, il Nicholson sarebbe stato nel caso fortunato di osservare, a pochi minuti di tempo d'intervallo, le due costituzioni atmosferiche che danno ad alcune stelle le apparenze di splendori rossi ed azzurri, che gli astronomi non mai rimirano senza meraviglia » (Vedi per

ciò che riguarda la natura del sole, e le stelle colorate, le nostre Lezioni cosmografiche in principio di quest' opera). . .

Dopo l'apparizione dei lampi, ordinariamente succedono, passati intervalli di tempo più o meno lunghi, i rumori atmosferici chiamati *tuoni*.—Lucrezio ha data un'idea molto esatta dell'indole di certuni di questi rumori, quando li ha paragonati *all'aspro grido che fa la pergamena quando si strappa*: altri hanno paragonato l'indole del romore del tuono allo strapparsi brusco di una forte stoffa di seta. — Ma alcuna volta il fracasso del tuono è chiaro e secco come quello di un colpo di pistola: più generalmente è pieno e grave; ed alcuni autori pretendono, che diventi sempre più grave a misura che si prolunga.

Due circostanze, nel fenomeno del tuono, sono degne di molta attenzione: da una parte la sua lunga durata; dall'altra, le diminuzioni e gli accrescimenti successivi d'intensità, che frequentemente si rinnovellano nel tempo di un medesimo e solo romore, di una sola e medesima detonazione.

Intanto, noi riferiremo quanto di vero è stato raccolto sulla più lunga durata del romore del tuono, osservato in paesi di pianura e corrispondente a un solo lampo; e dico corrispondente ad un solo lampo, perchè, anche nei nostri climi, il tuono produce qualche volta un romore continuo per ore intere, nel qual caso i lampi succedonsi quasi senza interruzione.

Il Delisle intese a Parigi, addì 17 giugno 1712, tuoni di 45, 41, 36 e 34 minuti secondi.

Nel luglio seguente, ne intese, di 39, 38, 36, e 35 secondi.

Coloro che non hanno studiato le tempeste coll'attenzione del fisico, forse ignorano, che il romore di cadauna detonazione non ha sempre il suo *maximum* d'intensità in sul primo: il tuono comincia sovente con un romore sordo, al quale succedono violenti scoppi, seguiti anch'essi da un romore che rapidamente ma gradatamente diminuisce.

A questo proposito, il sopraccitato Delisle ha osservato quanto segue:

Primo esempio.

Addì 17 giugno 1712, un temporale si formò sopra Parigi.

A 0 minuti secondi, apparve un lampo.

A 3 secondi, il tuono incominciò a farsi sentire, ma debolmente.

A 12 secondi, produsse uno scoppio.

A 19 secondi, finì a poco a poco.

Corsero dunque 9 minuti secondi, tra il principiar del tuono ed il suo scoppiare.

Secondo esempio.

Addì 21 luglio, passò un temporale di sopra a Parigi.

A 0 minuti secondi, lampo.

A 16 secondi, comincia debolmente il rumore.

A 26 secondi, il tuono scoppia.

A 32 secondi, finisce a poco a poco. . .

Ora citeremo alcune osservazioni, che dimostreranno la durata degli scoppi, tratte dalle opere del medesimo Delisle.

Primo esempio.

Addì 8 luglio 1712.

A 0 minuti secondi, lampo.

A 11 secondi, il tuono comincia leggermente a farsi sentire.

A 12 secondi, scoppia.

A 33 secondi, gli scoppi cessano.

A 50 secondi, il rumore finisce a poco a poco.

La durata degli scoppi, fu dunque in questo caso di 21 minuto secondo.

Altro esempio.

Addì 8 luglio suddetto.

A 0 minuti secondi, lampo.

A 11 secondi, si sente il tuono leggermente.

A 12 secondi, scoppia.

A 38 secondi, cessano gli scoppi.

A 47 secondi, il tuono finisce insensibilmente.

La durata degli scoppi si prolungò in questo caso per circa un mezzo minuto. . .

Ora citiamo un caso, che ci offrirà la circostanza nuova di un raddoppiamento di forza negli scoppi.

A 0 minuti secondi, lampi.

A 10 secondi, il tuono si fa sentire appena.

A 13 secondi, scoppia.

A 20 secondi, gli scoppi raddoppiano d'intensità.

A 35 secondi, cessano.

A 39 secondi, il tuono finisce e poco a poco . . .

Del rimanente, la intensità del tuono offre maravigliose differenze: quello che abbattè i pinnacoli della torre di Buckland-Brewer, dice il Paxton, poteva avere una intensità di rumore uguale almeno a quello che possono produrre 100 cannoni scaricati contemporaneamente: — mentre alcuna volta i viaggiatori nelle alte montagne, immersi nelle nubi temporalesche, sentono lo scoppio vicino del tuono, come un rumore sordo simile a quello che produrrebbe una massa non compressa di polvere infiammata.

I fulmini della *terza classe*, vale a dire le sfere fulminanti, producono qualche volta così forti detonazioni, da doverle paragonare alla scarica simultanea di più centinaia di cannoni, ma non durano che brevissimi istanti. . .

È noto a tutti, che il tuono incomincia a farsi sentire dopo l'apparizione del lampo; e da questa differenza di tempo ognuno sa eziaudio come si possa calcolare la distanza dall'osservatore alla tempesta. Il Lambert non credeva, che gl'intervalli tra il lampo ed il *maximum* del rumore del tuono non mai fossero maggiori di quaranta secondi; ma le osservazioni del Chappe e del Delisle, danno tra il lampo ed il principio del tuono, da 2 a 49 e fino a 72 secondi di tempo.

L'Arago pensa, dietro proprie osservazioni, che sovente l'intervallo tra il lampo ed il tuono non è che di $\frac{1}{2}$ secondo. . .

Procediamo oltre.

Manifestansi mai dei lampi senza tuono in un cielo perfettamente sereno?

A questa domanda la scienza risponde affermativamente: chi è infatti che non abbia veduto nei nostri climi i così detti lampi di caldo? Nè è vero che essi si limitino sempre nelle vicinanze dell'orizzonte, che anzi la loro luce sviluppassi qualche volta su tutta l'estensione del cielo visibile. . .

Ma ancora la scienza non risponde con pari certezza a questa altra questione: scoppiano mai tuoni senza lampi?

Seneca assicura che qualche volta tuona senza lampi. Il Thibault di Chanvalon, osservò alla Martinicos, che per due giorni tuonò senza lampi.

Lo stesso asserisce avere osservato il Bruce, sulle rive del Mar Rosso, e precisamente a Cossier. — Ma tutte queste osservazioni non hanno il carattere d'incontestabile certezza. . .

Folgoreggiano mai nei tempi nubilosi dei lampi senza tuono?

In quanto a questa questione la dev' essere risolta affermativamente. Fino dai tempi classici (e Lucrezio lo ha registrato nel suo poema sulla *Natura delle Cose*), fu osservato, che dei lampi innocui guizzano in silenzio da certe nubi, nè cagionano scossa o terrore. — I moderai viaggiatori son concordi a dirli comuni alle Antille, al Brasile, e nella regione gangetica delle Indie. . .

Ora domanderemo:

Tuona mai in tempo perfettamente sereno?

Anassimandro e Seneca affermano, che la folgore romoreggia qualche volta in cielo senza le nubi. Il Senebier parla di questo fenomeno come di un fatto noto, ed il Volney lo conferma per un osservazione propria ed esatta.

Nella regione americana di Santa Fè di Bogota è tradizione, che in tempi remoti feronsi sentire tuoni spaventevoli a ciel sereno: ma questo ed altri fatti di simil genere non meritano piena fede, perchè forse quei rumori, che una illusione acustica facevano apparire nell'atmosfera, non erano veramente che sotterranei. . .

Cosa ben più certa è questa: che nei luoghi ove la folgore scoppi (in mare come in terra) sviluppa per la sua azione spesso il fumo, e quasi sempre un odore che somiglia a quello del solfo infiammato. — Dopo la grande e celebre esperienza, pella quale il Chavendish pervenne, con l'aiuto di una scintilla elettrica, a riunire in acido nitrico liquido i due elementi gassosi che compongono l'aria che respiriamo, non è più permesso dubitare, che la folgore non faccia subire all'aria atmosferica delle modificazioni chimiche di genere identico. Il professore Liebig ha recentemente pubblicata l'analisi di 77 residui ottenuti per la distillazione di 77 saggi di acqua piovana, raccolti in vasi di porcellana a 77 epoche diverse: tra questi 77 saggi, 17 appartenevano ad acqua piovana di procella. Ora queste 17 porzioni d'acqua contenevano tutte dell'acido nitrico in maggiore o minor quantità, combinato con della calce o dell'ammoniaca: negli altri saggi, il Liebig non trovò traccia di queste sostanze.

Ecco dunque la folgore stessa che conferma in grande una delle più belle esperienze della chimica moderna; quelle subitanee riunioni di azoto e di ossigene, che il chimico inglese operava in vasi chiusi, la folgore le determina nelle alte regioni dell'atmosfera; colassù per i fisici come per i chimici è un vasto ed importante argomento d'esperienza: poichè è d'uopo omai esaminare, se, in circostanze d'altronde uguali, la quantità d'acido nitrico generata nelle procelle, è variabile colle stagioni, colle altezze e perciò colla temperatura delle nubi d'onde la folgore guizza; farà d'uopo cercare eziandio, se nelle regioni intertropicali, ove per molti mesi il tuono romoreggia ogni giorno con tanta forza, l'acido nitrico creato dalla folgore a spese de' due elementi gassosi dell'atmosfera, basti al mantenimento delle nitriere naturali, onde l'esistenza in luoghi ove non esistono certamente materie animali, è per la scienza un vero problema. Forse, consacrandosi a queste dotte investigazioni, i meteorologi scopriranno anche l'origine finora sconosciuta di alcune altre sostanze, della calce, dell'ammoniaca, ec., che lo stesso Liebig ha sospettato nelle acque provenienti dalle piogge tempestose: ma quando anche non si giungesse a rischiarare che la sola questione delle nitriere naturali, sarebbe ciò nonostante un gran progresso; ed è di già maraviglioso il travedere, che la folgore prepari ed elabori nelle alte regioni dell'aria il principale elemento di quest'altra folgore, della quale gli uomini fanno nella guerra uso così prodigioso per vicendevolmente distruggersi. . .

Del resto, la folgore opera spesso la fusione dei pezzi di metallo ch'ella colpisce: senza parlare dei fili metallici di considerevoli grossezze fusi quasi sempre dalla folgore, accenneremo uno dei fatti più cospicui di questo fenomeno, avvenuto sul naviglio detto *Nuova Iorca*, addì 19 aprile 1827, in cui la folgore fuse completamente ed in tutta la sua lunghezza una catena di ferro lunga 40 metri, e onde il diametro dei diversi anelli era di 6 millimetri. — Noteremo a questo punto del nostro discorso, che la folgore accorcia i fili metallici attraverso i quali ella passa, ogni qual volta la sua potenza non è grande abbastanza per produrne la fusione: la quale proprietà della folgore spiega perchè i fili metallici fissi o quasi fissi, vengano spezzati se la corrente elettrica di quella meteora passa attraverso di essi. . .

Noi non ci tratterremo troppo su questo argomento d'altronde magistralmente e diffusamente trattato dal celebre Arago, all'opera del quale rimandiamo i curiosi: ma non possiamo fare a meno di citare di passaggio diverse delle altre proprietà curiose e sorprendenti di questa formidabile meteora.

Il fulmine fonde qualche volta certe sostanze terrose e pietrose, e le vetrifica istantaneamente: questo fenomeno osservasi in grande visitando le eccelse cime dei monti, ove miransi sfere di vetro composte di sassi o di terra così trasformata dalla potenza della folgore, e grandi strisce di roccia, colpite dalla elettrica corrente e perfettamente vetrificate: il Saussure le ha viste sul Monte Bianco; il Ramond le ha scorte sulle vette dei Pirenei; l'Humboldt ed il Bonpland l'hanno mirate sui fianchi delle Ande; ec. ec.

La folgore trapassa e fora di uno o più buchi i corpi che ella colpisce:—ed un'altra proprietà di questa meteora, ben degna di essere studiata, si è quella in virtù della quale alcune volte trasporta a non brevi distanze masse di materia di un gran peso.

La folgore, quando passa vicino ad un ago della bussola, o ne altera il magnetismo, o lo distrugge interamente, o ne rovescia i poli: ella può comunicare la magnetizzazione ad aghi e verghe di ferro o di acciaio, che nell'avanti non ne offerivano traccia veruna.

La folgore, nel suo cammino sì rapido, obbedisce alle azioni di alcuni corpi terrestri presso dei quali scoppia; la si porta di preferenza sui metalli, quando ne esistano scoperti o nascosti, ossia nella vicinanza dei luoghi verso i quali ella cade direttamente, ossia vicino a quelli ove la sua foga serpeggiando la conduce in seguito: ma non produce notevoli guasti nelle masse metalliche, che nel momento dell'ingresso di lei in esse o alla sua uscita. Di tutte le proprietà della folgore, questa senza contraddizione è la più importante pella nostra salute, poichè sovr' essa è basata tutta la teoria del parafulmine, macchina di cui parleremo in fondo di questa Lezione. Intanto procediamo oltre a dire dei fenomeni che presenta la sorprendente meteora. . .

Quando l'atmosfera è tempestosa, succedono simultaneamente, nelle viscere della terra, alla superficie o in seno alle acque, delle grandi perturbazioni: le solfatare e i laghi e le paludi di acque gassose, annunziano coi loro moti, colle loro più abbondanti esalazioni, la

vicinanza delle tempeste; e vi sono perfino delle fonti limpide quando il cielo è sereno, torbide quando si copre di nubi. Gli storici, i meteorologi, citano inondazioni locali, onde gli effetti disastrosi sono parsi di gran lunga superiori alla quantità di pioggia caduta in un certo raggio: ma quando se ne volle indagare la vera cagione, fu quasi sempre riconosciuta la evasione d'immense masse d'acqua dalle viscere della terra, sgorgata da fessure infino allora sconosciute, e per tempi più o meno lunghi: un violento uragano con straordinario strepito di toni è sempre il precursore di questo pauroso fenomeno, e forse n'è eziandio la sua causa prima; e la distruzione delle culture dei campi, lo scoscendimento delle terre, la ruina d'interi città, ne sono i tristi effetti.

Queste rotture locali della scorza solida del globo pare sieno cagionate dalla tendenza che nei tempi uraganosi manifestasi nell'acqua sotterranea di riunirsi alle nubi, lo che produce delle intumescenze pronunziate: in quanto alle acque del mare la cosa è certa; infatti, mentre il tuono orribilmente romoreggiava intorno alla nave di sopra menzionata, detta *Nuova Iorca*, nella gran tempesta dell'aprile del 1827, vedevasi il mare in sì straordinaria agitazione di bollimento da far credere alla esistenza di molti vulcani sottomarini: notavansi soprattutto tre colonne d'acqua; elle slancianvansi nell'aria, poi ricadevano spumando, quindi s'elevavano di nuovo per ricadere ancora!

Questo rigonfiamento dei liquidi nei tempi turbinosi non si limita alle acque sotterranee, che alimentano le fonti, i rivi ed i fiumi, nè a quelle del mare, come abbiamo descritto; ma si osserva anche nei licori chiusi nei vasi, perchè spesso ne fanno saltare in aria i tappi e traboccano, nei succhi delle piante, nei fluidi che circolano nel corpo degli animali. . .

Tali proprietà ben avverate della folgore, sono, come ognun vede, molto meravigliose: ma il volgo ne aggiugne altre, che varrebbe ben la pena che i dotti verificassero; il volgo crede adunque, che il semplice tuono abbia, anche senza la caduta del fulmine, la virtù di fare accagliare il latte, inacidire il vino, accelerare la corruzione delle carni, ec. ec. . .

Da quanto abbiamo detto chiaro apparisce, che l'elettrico delle tempeste atmosferiche, o degli uragani, pone la scorza del globo

nianza di tutti gli abitanti di quei luoghi tuona più frequentemente che altrove.

Staudosene alle tavole dei meteorologi, dovremmo credere, che il numero medio annuo dei giorni di tuono, varia, nel complesso, assai lentamente colla latitudine; dunque dovrebbe credersi, che due paesi posti sul medesimo parallelo, sono appresso a poco ugualmente influenzati da questa meteora. Ma quantunque questo fatto sia vero nella sua somma, nei casi particolari succede però diversamente, lo che manifesta la influenza della località sulla meteora. — Ma donde viene questa influenza? Dalla conformazione fisionomica del terreno? No, perchè cento fatti dimostrano il contrario: — ma piuttosto dalla natura del suolo, dalla estensione dei boschi, dall'ampiezza dei fiumi: solo è certo e largamente confermato dall'insieme delle osservazioni in tutte le regioni del globo; che l'atmosfera oceanica è molto meno atta a generare gli uragani di quella dei continenti e delle isole. . .

La botanica e la zoologia, hanno dato motivo a curiose ed importanti classificazioni geografiche: altri fenomeni della natura sono stati in questi ultimi tempi geograficamente studiati e classati: perchè dunque il meteorologo non farà la geografia delle tempeste? Il celebre Arago l'ha tentata, e noi, ammiratori studiosi del suo bellissimo lavoro, ne esponiamo qui i risultamenti, in modo conciso però e accomodato alle esigenze del nostro argomento e alle proporzioni di questa opera.

Ecco la domanda che l'Arago fa a se stesso: *Quale è ai dì nostri, in quanto alla frequenza, la distribuzione geografica delle folgori nelle tempeste?*

L'Arago crede, ed ha ragione, che la miglior risposta a questa domanda sia la esibizione dei fatti osservati intorno alle procelle e registrati negli *specchi* dei fenomeni atmosferici, che i meteorologi hanno compilati e compilano in diverse regioni del globo. — » Se questi specchi, dice il dotto fisico, fossero più numerosi, più completi, più precisi, non avrei dovuto durare altra pena che quella di farne una semplice compilazione; ma disgraziatamente il lavoro non era così semplice: colui che attingesse ad ogni fonte, senza un serio esame ed infinite cautele, si esporrebbe a cadere nei più gravi errori. » — Di guisa tale che lo specchio esibito dall'Arago, non è una copia, ma sibbene il risultamento di critiche

rigorose di quelli compilati dai meteorologi nelle diverse contrade, paragonati colle descrizioni dei viaggiatori e dei geografi, e con i fatti della natura di quelle medesime contrade che potessero avere un rapporto anche lontano colla meteorologia, e specialmente colle tempeste e colla folgore, infine paragonati colla logica della scienza.

» Nello specchio che segue (sono parole dell' Arago), io ho cercato, per quanto dipendeva da me, di riferire osservazioni sull' esattezza delle quali non è nessun dubbio: vi ho classate le città secondo il numero medio degli scoppi della folgore che vi si sentono e non secondo le latitudini geografiche, ciò che, pel fatto, sarebbe cosa assai diversa. Quando gli elementi del calcolo non mi sono mancati, ho indicato con numeri tondi, o con frazioni, la distribuzione delle tempeste nei diversi mesi dell' anno. Alcuno, forse domanderà: — perchè frazioni di numeri, in un argomento che a prima vista non sembra dover contenere che numeri interi? — La risposta è ben semplice: la frazione $0,3$ posta innanzi a febbraio, significa che in questo mese tuona *3 volte in dieci anni*; la frazione $0,1$ porta con sè la conseguenza, che nel medesimo intervallo di *dieci anni*, non tuona che *una volta* nel novembre, ec. ec. Per avere, a Parigi, il numero medio dei giorni in cui è tuonato in settembre, tra il 1806 ed il 1815, sommai i numeri delle manifestazioni di questa meteora nel corso dei mesi di settembre di questi 10 anni consecutivi: la somma totale essendo 15, e dovendo necessariamente dividerla per 10, ne emerse naturalmente la frazione $1,5$.

» Io voglio e devo aspettare, prima di consacrarmi ad una minuta discussione di tutte queste cifre, che lo specchio sia più compiuto: nessuno, credo, negherà l' alto interesse scientifico di questa discussione, specialmente se si riflette, che già, comunque le precise osservazioni sulla distribuzione della folgore si restringano a poche regioni della zona temperata boreale, nulladimeno pare avverato, che i mesi nei quali tuona più in certi luoghi, sono precisamente quelli in cui tuona meno in altri » . . .

SPECCHIO

DELLA

DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

DELLA FOLGORE NELLE TEMPESTE

I.

CALCUTTA (*INDIA*).

Latit. 20° 30' boreale; longit. 86° orientale di Parigi . . . 60

Un solo anno d'osservazione, il 1785.

Repartizione dei 60 giorni di tuono.

| | |
|---------------------|----|
| Gennaio | 0 |
| Febbraio | 4 |
| Marzo | 6 |
| Aprile | 5 |
| Maggio | 7 |
| Giugno | 8 |
| Luglio | 6 |
| Agosto | 10 |
| Settembre | 9 |
| Ottobre | 5 |
| Novembre | 0 |
| Dicembre | 0 |

II.

PATNA (*INDIA*).

Latitudine 25° 37' boreale. 53

Un solo anno d'osservazioni fatte dal *Lind*.

Questi 53 giorni di tuoni accaddero da maggio a dicembre inclusive.

III.

RIO JANEIRO (BRASILE).

Latit. 23° australe; longit. 45° 30' occidentale 50,7

Sei anni d'osservazioni fatte dal *Dorta* (dal 1782 al 1787).

Estremi: — 38 nel 1786, — e 77 nel 1782.

Ripartizione per mesi di queste 50,7 tempeste annue:

| | |
|---------------------|------|
| Gennaio | 10,2 |
| Febbraio | 9,5 |
| Marzo | 4,0 |
| Aprile | 1,7 |
| Maggio | 0,8 |
| Giugno | 0,7 |
| Luglio | 1,3 |
| Agosto | 1,1 |
| Settembre | 2,8 |
| Ottobre | 3,7 |
| Novembre | 6,0 |
| Dicembre | 9,0 |

IV.

MARYLANDIA (WASHINGTONIA).

Latit. 38° boreale; longit. 79° occidentale 41

Un solo anno d'osservazioni fatte da *Riccardo Brooke*.

| | |
|---------------------|----|
| Gennaio | 0 |
| Febbraio | 0 |
| Marzo | 5 |
| Aprile | 1 |
| Maggio | 10 |
| Giugno | 8 |
| Luglio | 11 |
| Agosto | 5 |
| Settembre | 0 |

| | |
|--------------------|---|
| Ottobre | 1 |
| Novembre | 0 |
| Dicembre | 0 |

V.

ISOLA MARTINICCA (PICCOLE ANTILLE).

Latit. 14° 30' boreali; long. 63° 30' occidentale . . . 39

Nei mesi di gennaio, febbraio, marzo e dicembre, non tuona mai alla Martinicca. Nel settembre tuona più spesso che in qualunque altro tempo.

VI.

. (*ABISSINIA*).

Latit. 13° boreale; longit. 35° orientale 38

Un solo anno di osservazioni fatti dal *Bruce* (nel 1770).

Riportato in mesi:

| | |
|---------------------|-----|
| Gennaio | 0,0 |
| Febbraio | 0,0 |
| Marzo | 4,0 |
| Aprile | 4,0 |
| Maggio | 6,0 |
| Giugno | 7,0 |
| Luglio | 5,0 |
| Agosto | 6,0 |
| Settembre | 4,0 |
| Ottobre | 4,0 |
| Novembre | 0,0 |
| Dicembre | 0,0 |

VII.

ISOLA GUADALUPA (PICCOLE ANTILLE).

Latit. 16° 20' boreale; 64° occidentale. 37

Nei mesi di gennaio, febbraio, marzo e dicembre non tuona in quest' isola.

Il mese in cui tuona più spesso è quello di settembre.

VIII.

VIVIERS (FRANCIA — LINGUADOCA).

Latit. 47° 60' boreale; longit. 2° 20' orientale. 47,7

Dieci anni d'osservazioni, dal 1807 al 1816.

Estremi — 14 nel 1814; — 35 nel 1811.

Repartizione per mesi dei 47,7 turbini annui.

| | |
|--------------------|-----|
| Gennaio | 0,0 |
| Febbraio | 0,1 |
| Marzo | 0,6 |
| Aprile | 2,2 |
| Maggio | 4,0 |
| Giugno | 3,4 |
| Luglio | 5,1 |
| Agosto | 3,4 |
| Settembre. | 3,1 |
| Ottobre | 2,2 |
| Novembre. | 0,6 |
| Dicembre. | 0,0 |

IX.

QUEBEC (CANADA).

Latit. 46° 45' boreale; longit. 73° 30' occidentale. 23,3

| | |
|---------------------|-----|
| Gennaio | 0,0 |
| Febbraio | 0,0 |
| Marzo | 0,0 |
| Aprile | 0,6 |
| Maggio | 2,5 |
| Giugno | 5,5 |
| Luglio | 8,0 |
| Agosto | 5,0 |
| Settembre | 1,0 |
| Ottobre | 0,5 |
| Novembre | 0,1 |
| Dicembre | 0,1 |

X.

BUENOS AYRES (ARGENTINA).

Latit. 34° 30' australe; longit. 60° 45' occidentale. 22,6

Sette anni d'osservazioni fatte dal *Mossotti*.

Reparto secondo i mesi:

| | |
|---------------------|-----|
| Gennaio | 1,9 |
| Febbraio | 2,6 |
| Marzo | 2,1 |
| Aprile | 1,8 |
| Maggio | 1,7 |
| Giugno | 1,1 |
| Luglio | 1,3 |
| Agosto | 1,0 |
| Settembre | 2,9 |
| Ottobre | 2,3 |
| Novembre | 1,8 |
| Dicembre | 2,0 |

XI.

DENAINVILLIERS (FRANCIA ORLEANESE).

Latit. 48° boreale; longitudine 0° 20,6

Ventiquattro anni di osservazioni fatte dal *Dukamel* (dal 1755 al 1780).

Estremi: — 15 nel 1765; — 32 nel 1769.

Reparto per mesi dei 20,6 giorni di tempesta :

| | |
|---------------------|-----|
| Gennaio | 0,1 |
| Febbraio | 0,1 |
| Marzo | 0,5 |
| Aprile | 1,6 |
| Maggio | 3,6 |
| Giugno | 4,5 |
| Luglio | 4,4 |
| Agosto | 3,8 |
| Settembre | 1,8 |
| Ottobre | 0,8 |
| Novembre | 0,3 |
| Dicembre | 0,0 |

XII.

SMIRNE (ASIA MINORE).

Latit. 38° 30' boreale; longit. 24° 45' orientale 19

Un anno di osservazioni fatte dal *De Nerciat*.

Reparto nei diversi mesi:

| | |
|--------------------------------|-----|
| Gennaio | 2,0 |
| Febbraio | 4,0 |
| Marzo | 4,0 |
| Aprile | 1,0 |
| Maggio | 1,0 |
| Giugno | 0,0 |
| Luglio | 0,0 |
| Agosto | 0,0 |
| Settembre | 3,0 |
| Ottobre | 0,0 |
| Novembre | 1,0 |
| Dicembre ; | 3,0 |

XIII.

BERLINO (*PRUSSIA*).

Latit. 52° 30' boreale; longit. 11° orientale 18,4

Quindici anni di osservazioni fatte dal *Béguelin* (dal 1770 al 1785).

Estremi: — 11 nel 1780; — 30 nel 1783.

Reparto per mesi dei 18,4 temporali annui :

| | |
|---------------------|-----|
| Gennaio | 0,0 |
| Febbraio | 0,0 |
| Marzo | 0,1 |
| Aprile | 0,6 |
| Maggio | 2,6 |
| Giugno | 3,9 |
| Luglio | 4,2 |
| Agosto | 5,3 |
| Settembre | 1,3 |
| Ottobre | 0,1 |
| Novembre | 0,1 |
| Dicembre | 0,1 |

XIV.

PADOVA (*ITALIA VENEZIANO*).

Latit. 45° 20' boreale; longit. 9° 30' orientale 17,5

Quattro anni di osservazioni (dal 1780 al 1783).

Riparto per mesi dei 17,5 giorni procellosi:

| | |
|--------------------|-----|
| Gennaio | 0,0 |
| Febbraio | 0,0 |
| Marzo | 1,2 |
| Aprile | 2,2 |
| Maggio | 1,2 |
| Giugno | 3,5 |
| Luglio | 3,5 |

| | |
|---------------------|-----|
| Agosto | 2,5 |
| Settembre | 0,7 |
| Ottobre | 1,0 |
| Novembre | 1,5 |
| Dicembre | 0,0 |

XV.

STRASBURGO (FRANCIA — ALSAZIA).

Latit. 48° 30' boreale; longit. 5° 30' orientale 17

Venti anni di osservazioni fatte dall'*Herrensneider*.

Estremi: — 6 nel 1818; — 21 nel 1831.

(Manca per ora il riparto per mesi).

XVI.

MAESTRICHT (BELGIO).

Latit. 51° boreale; longit. 3° 20' orientale 16,2

Undici anni di osservazioni fatte dal *Crahey*.

Gli estremi sono: — 8 nel 1823; — e 27 nel 1826.

Reparto per mesi:

| | |
|---------------------|-----|
| Gennaio | 0,0 |
| Febbraio | 0,1 |
| Marzo | 0,4 |
| Aprile | 1,5 |
| Maggio | 2,5 |
| Giugno | 2,9 |
| Luglio | 3,7 |
| Agosto | 3,3 |
| Settembre | 1,4 |
| Ottobre | 0,5 |
| Novembre | 0,1 |
| Dicembre | 0,1 |

XVII.

LACHAPELLE (*FRANCIA — NORMANDIA*).

Latit. 50° boreale; longit. 1° 15' orientale. 15,7

Diciotto anni di osservazioni fatte dal *Racine*, sotto la ispezione di Nell de Bréauté :

Estremi: — 6 nel 1820; — 23 nel 1828.

Reparto di queste 15,7 tempeste annuali, per mesi :

| | |
|---------------------|-----|
| Gennaio | 0,2 |
| Febbraio | 0,2 |
| Marzo | 0,5 |
| Aprile | 1,1 |
| Maggio | 2,6 |
| Giugno | 5,2 |
| Luglio | 2,3 |
| Agosto | 1,8 |
| Settembre | 1,3 |
| Ottobre | 0,7 |
| Novembre | 0,8 |
| Dicembre. | 1,0 |

XVIII

TOLOSA (*FRANCIA — LINGUADUCA*).

Latit. 43° 30' boreale; longit. 1° occidentale 15,4

Sette anni di osservazioni, dal 1784 al 1790.

Estremi: — 4 nel 1784; — 24 nel 1788.

XIX.

UTRECHT (*OLANDA*).

Latit. 52° boreale; longit. 2° 45' orientale 15

(*Un gran numero* di anni di osservazioni citate dal *Muschenbroek*).

Estremi: — 5 nel 1740; — 23 nel 1737.

XX.

TUBINGA (VURTEMBERGA).

Latit. 48° 30' boreale; longit. 6° 43' orientale 14,6

Nove anni di osservazioni fatte dal Krafft.



XXI.

PARIGI (FRANCIA).

Latit. 48° 50' boreale; longit. 0.

Diciannove anni di osservazioni (dal 1785 al 1803). 12,2

Estremi: — 7 nel 1796; — 22 nel 1794.

Reparto secondo i mesi:

| | |
|---------------------|-----|
| Gennaio | 0,1 |
| Febbraio | 0,1 |
| Marzo | 0,2 |
| Aprile | 0,8 |
| Maggio | 1,8 |
| Giugno | 3,0 |
| Luglio | 2,5 |
| Agosto | 2,2 |
| Settembre | 0,7 |
| Ottobre | 0,6 |
| Novembre | 0,1 |
| Dicembre | 0,1 |

Dieci anni di osservazioni, dal 1806 al 1815. 14,9

Estremi: — 8 nel 1815; — 25 nel 1811.

| | |
|--------------------|-----|
| Gennaio | 0,0 |
| Febbraio | 0,3 |
| Marzo | 0,1 |
| Aprile | 0,5 |
| Maggio | 3,2 |
| Giugno | 3,1 |

| | |
|---------------------|-----|
| Luglio | 2,7 |
| Agosto | 2,4 |
| Settembre | 1,5 |
| Ottobre | 0,7 |
| Novembre | 0,1 |
| Dicembre. | 0,3 |

Dieci anni d'osservazioni, dal 1816 al 1825 13,2

Estremi: — 6 nel 1823, — e 22 nel 1822.

| | |
|--------------------|-----|
| Gennaio.. | 0,1 |
| Febbraio | 0,0 |
| Marzo. | 0,5 |
| Aprile | 1,0 |
| Maggio | 3,0 |
| Giugno | 2,8 |
| Luglio. | 2,1 |
| Agosto. | 1,5 |
| Settembre. | 1,6 |
| Ottobre | 0,3 |
| Novembre. | 0,2 |
| Dicembre. | 0,1 |

Dieci anni d'osservazioni, dal 1826 al 1837. 14,7

Estremi: — 8 nel 1834 ; — 20 nel 1827.

| | |
|--------------------|-----|
| Gennaio | 0,0 |
| Febbraio | 0,1 |
| Marzo. | 0,3 |
| Aprile. | 0,9 |
| Maggio | 3,1 |
| Giugno | 2,9 |
| Luglio. | 5,2 |
| Agosto | 2,2 |
| Settembre. | 1,2 |
| Ottobre | 0,6 |
| Novembre. | 0,0 |
| Dicembre. | 0,1 |

Termini medi dei quattro periodi.

| | |
|---------------------------|------|
| Dal 1785 al 1837. | 13,8 |
| Gennaio. | 0,1 |
| Febbraio | 0,1 |
| Marzo | 0,3 |
| Aprile | 0,8 |
| Maggio | 2,7 |
| Giugno. | 2,9 |
| Luglio | 2,6 |
| Agosto | 2,1 |
| Settembre | 1,3 |
| Ottobre. | 0,5 |
| Novembre | 0,1 |
| Dicembre | 0,1 |

XXII.

LEIDA (OLANDA).

Latit. 52° boreale; longit. 2° orientale. 13,5

Ventinove anni di osservazioni fatte dal *Muschenbroek*.

Estremi: — 5 nel . . . ; — 17 nel 1748.

Reparto per mesi dei 13,5 giorni annui di tuoni:

| | |
|--------------------|-----|
| Gennaio | 0,1 |
| Febbraio | 0,4 |
| Marzo | 0,2 |
| Aprile | 0,3 |
| Maggio | 2,1 |
| Giugno | 2,7 |
| Luglio | 2,9 |
| Agosto. | 2,9 |
| Settembre. | 1,0 |
| Ottobre | 0,3 |
| Novembre. | 0,3 |
| Dicembre | 0,2 |

XXIII.

ATENE (GRECIA).

Latit. 38° boreale; longit. 21° 20' orientale 41

Tre anni di osservazioni, dal 1833 al 1835.

Estremi: — 7 nel 1835; — 18 nel 1834.

XXIV.

POLPERO (INGHILTERRA, costa orientale di CORNOVAGLIA).

Latit. 50° 20' boreale; longit. 6° 30' occidentale 40

Tredici anni d'osservazioni fatte da Giona Couch.

XXV.

PIETROBURGO (RUSSIA).

Latit. 60° boreale; longit. 28 orientale 9,2

Undici anni d'osservazioni fatte dal Krafft, dal 1726 fino al 1736.

Il reparto per mesi di questi 9 giorni di tempesta annui s'effettua così.

| | |
|---------------------|-----|
| Gennaio | 0,0 |
| Febbraio | 0,0 |
| Marzo | 0,0 |
| Aprile | 0,7 |
| Maggio | 2,7 |
| Giugno | 2,1 |
| Luglio | 2,5 |
| Agosto | 0,9 |
| Settembre | 0,1 |
| Ottobre | 0,0 |
| Novembre | 0,1 |
| Dicembre | 0,0 |

XXVI.

LONDRA (INGHILTERRA).

Latit. 51° 30' boreale; long. 2° 30' occidentale 8,5

Tredici anni d'osservazioni fatte dall'*Howard* (dal 1807 al 1822) a Plaistow, a Clapton, e a Tuttenham, nelle vicinanze di Londra.

Estremi: — 5 nel 1819; — 13 nel 1809.

Reparto per mesi delle 8,5 procelle annue.

| | |
|---------------------|-----|
| Gennaio | 0,0 |
| Febbraio | 0,2 |
| Marzo | 0,4 |
| Aprile | 0,4 |
| Maggio | 1,8 |
| Giugno | 1,4 |
| Luglio | 2,0 |
| Agosto | 1,3 |
| Settembre | 0,4 |
| Ottobre | 0,4 |
| Novembre | 0,2 |
| Dicembre | 0,1 |

XXVII.

PERINO (CINA).

Latit. 40° boreale; longit. 114 orientale 5,8

Sei anni d'osservazioni fatte dai *Missionari*, dal 1757 al 1762.

Estremi: — 3 nel 1757; — 14 nel 1762.

Reparto per mesi dei 5,8 giorni di tuono l'anno:

| | |
|--------------------|-----|
| Gennaio | 0,0 |
| Febbraio | 0,0 |
| Marzo | 0,0 |
| Aprile | 0,2 |
| Maggio | 0,5 |
| Giugno | 2,0 |

| | |
|--------------------|-----|
| Luglio. | 1,7 |
| Agosto | 1,0 |
| Settembre. | 0,3 |
| Ottobre. | 0,1 |
| Novembre | 0,0 |
| Dicembre. | 0,0 |

XXVIII.
CAIRO (EGITTO).

Latit. 30^o boreale; longit. 29^o orientale 3,5

Due anni d'osservazioni fatte dal Destouches, nel 1835 e 1836.

Estremi: — 3 nel 1836; — 4 nel 1835.

Reparto mensile dei 3,5 giorni procellosi annui:

| | |
|---------------------|-----|
| Gennaio | 1,0 |
| Febbraio | 0,0 |
| Marzo | 0,5 |
| Aprile | 1,0 |
| Maggio | 0,0 |
| Giugno | 0,0 |
| Luglio | 0,0 |
| Agosto | 0,0 |
| Settembre | 0,0 |
| Ottobre | 0,0 |
| Novembre | 0,5 |
| Dicembre | 0,5 |

Diam fine a questi nostri cenni sul fulmine facendo notare, che la paurosa meteora, è, almeno in mare, molto meno pericolosa nei mesi caldi che nelle stagioni fredde e temperate, quantunque le tempeste fulminanti sieno più comuni d'estate che di verno. Questo risultamento è bene stabilito dalle lunghe liste delle folgori cadute in vari tempi e luoghi, registrate in alcune opere di meteorologia moderna, e specialmente nelle eccellenti memorie scritte sui parafulmini dall' inglese Harris. . .

Oltre dei grandi e detonanti fenomeni di cui fin qui discorremmo, mostransi spesso in tempo di procella, delle luci vivide ed anche leggermente sibilanti, nelle parti più sporgenti dei corpi terrestri, e specialmente in cima agli alberi, sulle antenne dei navigli, sulla punta dei ferri che stanno sui pinnacoli delle torri, sugli scogli aguzzi, sulla punta delle spade e delle lance dei guerrieri, sulla testa degli uomini e degli animali, e perfino in punta al becco degli uccelli; fenomeni maravigliosi, che han dato luogo ad una infinità di racconti strani di ogni maniera, a mille paure ed alla credenza di auguri di buona o avversa fortuna. Tali sono i *fuochi dioscure* ed i *lambenti*; — ed ognuno sa, che i Dioscure erano Castore e Polluce figli di Giove e di Leda, che generò pure Elena.

I commentari di Cesare contengono una delle più antiche relazioni di questo fenomeno, che ci sieno state conservate. Nel libro sulla guerra d'Africa si legge: — In questa medesima notte (era una notte procellosa nel corso della quale cadde molta gragnuola), il ferro dei giavellotti della quinta legione apparve infuocato. —

Seneca racconta, che una *stella* andò vicino a Siracusa a posarsi sul ferro della lancia di Gilippo.

Leggesi in Tito Livio, che il giavellotto onde Lucio Atreco avea armato il figlio suo, recentemente arruolato tra i soldati, gettò delle fiamme per più di due ore senza esserne consumato.

Plinio vide simili fiammelle sulla punta delle picche dei soldati, che di notte facevano la sentinella sulle mura della città.

Plutarco parla di simili osservazioni fatte in Sicilia ed in Sardegna.

Procopio c' insegna, che nella guerra contro i Vandali, il cielo favorì Belisario del medesimo prodigio. . .

Noi potremmo citare altri cento fatti relativi alle fiamme che

si mostrarono in terra sulla punta delle lance, dei giavelotti, ec.; ed i medesimi autori ne fornirchbero delle citazioni anche più numerose, relative ad apparizioni analoghe avvenute in tempo di burrasca sulle diverse parti dell'alberatura dei navigli.

I nocchieri Greci ed i Latini riguardavano questo fenomeno come il presagio di un esito infelice o felice della navigazione, secondochè appariva una o due fiammelle; l'apparizione di una fiammella, che essi chiamavano *Elena*, era presagio d'infortunio; ma quando le luci erano due, che designavano coi nomi di *Castore* e *Polluce*, allora l'augurio era felice, perchè quegli eroi veniano considerati dagli antichi siccome i protettori dei navigli.

Plutarco, per esempio, cita, che nel momento in cui la flotta di Lisandro usciva dal porto di Lampasco per attaccare l'armata ateniese, i due fuochi che diconsi *Castore* e *Polluce*, si posarono dalle due parti della galera dell'ammiraglio spartano: lo che fu considerato augurio di vittoria.

Vi fu nell'Egeo anche un altro pregiudizio: dietro la credenza che Ino e Melicerta fossero in quel mare precipitati, gli antichi Greci ritenevano, che nei tempi procellosi gli spiriti loro vagassero sulle onde a fine di aiutare del loro lume i nocchieri: e la fiammella della Ino aparendo bianca chiamavano *Leucatea*, mentre davano a quella di Melicerta il nome di *Palemone*, che significa *difensore nostro*.

Ed è notevole, che questo antichissimo pregiudizio dei Greci dei tempi classici ritrovasi nelle credenze degli Elleni dei nostri giorni, i quali però chiamano questi fuochi *spiriti infernali*, e dicono che appariscono spesso nel Mare Egeo. — Generalmente però, i marinari cristiani del Mediterraneo chiamano que' lumi *Stelle* o *fuochi di Sant'Elmo*, nome che loro fu imposto dai nocchieri Italiani del medio evo, pel culto che rendevano a Sant'Elmo vescovo siciliano, protettore contro le tempeste. I Portoghesi chiamano questa meteora *Corpo Santo*; gl'Inglesi *Comazants*; ec. ec. E chi avesse curiosità di sapere sotto qual punto di vista i nocchieri contemporanei del Colombo rimiravano questi stessi fenomeni, fra le molte relazioni dei loro viaggi può specialmente consultare l'*Istoria dell'Almirante*, scritta da Ferdinando suo figlio, ed un passo dell'*Herrera* nel quale si legge, che i marionari del Magellano aveano le me-

desime superstizioni, vale a dire che credevano, che *Sant' Elmo* si mostrasse nelle notti procellose, in sul finire della tempesta, in cima agli alberi e alle antenne, ora con uno, ora con due ed ora con più torchi o ceri accesi. . .

Non dee credersi che i fuochi dioscuri e lambenti mostrinsi meno frequentemente in cima delle aste dei campanili o sulle acute sommità degli scogli, di quello non facciano in mare sulle navi; chè tutte le volte che vi fu un osservatore attento, le sommità di ogni natura hanno offerto quei fenomeni. Il Monge riferisce, che in tempo di una forte procella si videro a Rouen molti pennacchi elettrici splendere in cima degli edifizi più elevati. . .

Oltredichè narransi intorno a queste elettriche fiammelle cento fatti strane e sorprendenti; citeremo per esempio questi:—Addì 8 maggio 1831, dopo il tramonto del sole, alcuni uffiziali d'artiglieria e del genio militare, passeggiavano a testa nuda in tempo di burrasca sur una terrazza del forte detto Babazon ad Algeri; quando ognuno di essi rimirando il suo vicino, vide, che avea le cime dei capelli tutte sormontate di pennacchietti di luce; e se questi uffiziali alzavano le mani, dei pennacchi luminosi si formavano eziandio sulla punta delle loro dita. — Il Lemonnier dice, che essendosi posto in mezzo ad un giardino sur un corpo isolatore o cattivo conduttore dell' elettrico, mentre infuriava un temporale, egli apparve tutto luminoso. . .

Questa meteora, che mostrasi nel tempo della procella in tanti diversi modi, è l'effetto di una corrente di fluido elettrico; il quale, se è dalle punte assorbito dall' atmosfera elettrizzata positivamente, presentasi all'estremità di esse sotto l' aspetto o di stelletta o di globo; oppure, se dalle punte si diffonde nell' atmosfera elettrizzata negativamente, osservasi all'estremità delle medesime sotto l' aspetto di pennacchi luminosi. Prova di questa ipotesi è quel lieve scoppiettio, che nell' atto dell'apparizione del fenomeno si sente; sibilo non dissimile da quello, che dai fisici è provocato avvicinando un corpo anelettrico al conduttore elettrizzato.

Questo volemmo dire intorno ai fuochi dioscuri e lambenti.— Non prolungheremo il discorso colla descrizione dei fuochi elettrici, che adoperando in vari modi ponno suscitarsi dai corpi, perchè l' argomento invece di appartenere alle meteore, è piuttosto del

dominio della fisica: — A chi non è noto, che ogni stropicciamento, benchè leggiero, può eccitare elettriche scintille, specialmente se i corpi stropicciati sono pelosi, capelluti, crinuti, setosi, ec.? Un cavallo, un gatto, una lepre, un coniglio, od altro simile animale, stropicciato a contropelo sul dosso, sviluppa tanta elettricità, che tenendo una mano sulla schiena di uno di essi e toccando coll'altra il naso al medesimo, sentesi talvolta una scossa poco dissimile da quella che si ha dalla *bottiglia di Leida*. . .



APPENDICE

DEL PARAFULMINE

Se noi volessimo qui far pompa di erudizione, potremmo scrivere molte pagine intorno alla immensa dottrina degli antichi sulla folgore, e specialmente degli Egizi, dei Fenici, dei Caldei, degli Indiani e dei nostri Etruschi, e indagare i metodi ingegnosi per essi usati onde preservarsene, e provare quasi, che alla sapienza antica non fu ignoto il mezzo di attrarre il fuoco elettrico e rapirlo al cielo: ma qual sarebbe il beneficio della nostra fatica se non ci fosse dato raggiugnere il vero senza velo? Quelle dottrine erano arcane, e patrimonio esclusivo di caste privilegiate e gelose di nascondere i propri lumi al volgo; cosicchè le guerre ed il tempo distruggendo i popoli ha con essi sepolto tutto il positivo di quella immensa ricchezza scientifica che aveano acquistata, non lasciando a noi che quanto basta per travedere dubbiosamente la verità.

Ecce perchè il celebre Franklin può considerarsi siccome vero inventore del parafulmine: quest'uomo grande, meno per istituire un fisico esperimento che per rendere un servizio alla umanità, inventò il mezzo di sottrarre senza alcuna pratica superstiziosa alle nuvole tempestose la materia elettrica; e credette potere ciò fare drizzando verso di queste un ferro acuminato ed in comunicazione col suolo: così furono inventati i *conduttori elettrici*, e fu questa l'epoca del rinascimento, se così vuol dirsi, della pratica e forse anche della teoria dei *parafulmini*. . .

La costruzione di questi istrumenti può variare in diverse fogge: ma qualunque siano le modificazioni di cui possano rendersi capaci, essi in sostanza consisteranno sempre in una grossa verga

metallica acuminata, dell'altezza di 10 o 12 piedi, stabilmente piantata nel luogo il più elevato dell'edificio, e fornita di fili o cilindri metallici del diametro per lo più di 2 o 3 linee, che s'insinuano nella terra, o comunicano con un deposito di acqua, o con un filo di metallo, o con altro corpo deferente molto esteso. S'indora la punta della verga per impedirne l'ossidazione, e questa ed i fili metallici s'inverniciano all'uso istesso, perchè l'ossidazione di queste parti ne diminuirebbe la facoltà conduttrice; e ciascun filo termina in più punte alquanto lunghe e divergenti, onde ottenersi maggior effetto dall'aumentata superficie, e da una più atta conformazione.

Il Bertolon propose di unire alla verga principale altre verghe metalliche più piccole, acuminate ed inclinate all'orizzonte in modo da formare colla parte inferiore della verga principale angoli di circa 45 gradi; e sporgendo queste fuori dell'edificio, farle giungere sino a pochi piedi sulla superficie terrestre.

L'ingegnoso artista Boyer, avendo occasione di costruire molti parafulmini, credè opportuno di terminare le verghe di questi strumenti con delle punte di platino, metallo più duro, infusibile quasi e meno ossidabile di qualunque altro: per conduttori poi adoperò de'fili di ferro intrecciati, coperti di uno strato di vernice grassa, prolungati sino all'orlo di un pozzo, ed ivi congiunti ad una verga di ferro immersa nell'acqua per la sua estremità inferiore. L'uso di questa materia conduttrice giova mirabilmente per la brevità del tempo che impiega a stabilire la comunicazione tra la verga ed il serbatoio comune, e per la notevole diminuzione dei danni che procura allo strumento quando è investito dalla folgore.

Ma tutto ciò che può desiderarsi per la perfezione e l'utilità dello strumento medesimo, è stato esposto in una istruzione all'uso pubblicata dal Gay-Lussac per commissione dell'Accademia delle Scienze di Parigi, in adempimento degli ordini del ministro degli affari interni di Francia: laonde, qualunque fosse curioso di vedere più diffusamente le pratiche del parafulmine, io non posso che indicargli quell'opera dotta e lucida, nella quale l'argomento in questione è pienamente esaurito. A noi non conveniva entrare in più minute particolarità. . .

Non credasi, che il parafulmine attragga sempre la folgore lanciata dalle nubi inverso terra, che anzi spessissimo serve a scaricar

le nubi sature di elettrico ed equilibrarle colla terra, placidamente senza il menomo romore, nè apparenza di fuoco o di luce: il fluido di cui è carica una nube tempestosa positivamente elettrizzata, si espande nell'aria e scaricasi sulla punta della spranga, per cui la nube predetta ritorna per gradi nello stato naturale: quindi trovandosi una nube tempestosa tanto vicina al parafulmine da potere sentirne la influenza, la sua forza comincerà a diminuire dal primo istante che il fluido si sarà da essa distaccato per ubbidire alle leggi dell'equilibrio; e questa trasmissione sarà tanto maggiore, quanto minore sarà la distanza posta tra la nuvola e la spranga; ond'è chiaro, che l'efficacia di quest'arma cresce aumentandosi il pericolo.

Questa efficacia è però subordinata a delle condizioni: così, per esempio, se il parafulmine è dominato da corpi vicini più elevati di esso, la nube eserciterà su di questi a preferenza la sua azione, ed essi potranno provocare l'esplosione; se la spranga è posta in vicinanza di buoni conduttori, come di croci, pali, ventaruole di ferro, coperture metalliche di grande estensione, ec., questi conduttori, benchè sottoposti alla spranga, potranno non pertanto sentire gli effetti della tensione elettrica della nube, ed, agendo quindi come parafulmini, provarne tutte le triste conseguenze. In tali casi gli edifizii non possono essere altrimenti protetti, che mettendo in comunicazione questi stessi corpi conduttori col parafulmine; poichè il fluido per essi attirato placidamente dalla nube, nonchè quello che da questa ratto si scaglia, può scorrere liberamente attraverso tali conduttori, e disperdersi nel suolo.

Questa teoria sì semplice, condanna il pericoloso progetto fatto da certi pratici, d'isolare dagli edifizii la spranga ed ogni conduttore del parafulmine; esigendo essa al contrario di comunicare con tutti i buoni conduttori dell'edifizio che vuolsi proteggere. — L'esperienza ha provato, che adoperandosi tutte le indicate precauzioni, con una spranga di 27 piedi può preservarsi tutto ciò che le sta d'intorno in un raggio di 60 piedi; onde, se l'edifizio che vuolsi armare ha una estensione maggiore dell'indicata sfera di attività, uopo è munirlo di più spranghe, lontane l'una dall'altra circa 120 piedi, talchè le rispettive sfere di attività non lascino vuoto alcuno spazio intermedio. Sarebbe però pericoloso il moltiplicare di troppo le spran-

ghe, poichè per la loro vicinanza si nuocerebbero a vicenda, e agirebbero contro la nube come si osserva che fanno molte punte poste rimpetto ad un conduttore artificialmente elettrizzato, le quali scambievolmente s'impediscono la placida attrazione del fluido elettrico e cagionano lo sviluppo di una scintilla intensissima. . .

L'efficacia del parafulmine non limitasi ad assorbire l'elettrico dalle nubi tempestose, e trasmetterlo al suolo; esso lo rende anche a queste, secondo che esige il turbato equilibrio di quel fluido; cosicchè la spranga frankliniana fa prendere tanto al fulmine discendente quanto all'ascendente quella direzione, che anticipatamente fu dal fisico determinata, senza che l'edifizio ne resti scosso o danneggiato. . .

Ad onta di queste luminose verità, alcuni fisici persistono a credere l'azione dei parafulmini troppo debole per assicurare l'esistenza d'un edifizio: essi li assomigliano a semplici tubi destinati a vuotare un fiume vicino a straripare; pretendendo anche che le spranghe sieno atte più a provocare, che a prevenire la caduta del fulmine. Ma l'esperienza ne ha messa fuor di dubbio l'utilità; poichè nella pluralità dei casi, esplosioni d'altronde inevitabili sono avvenute sulla punta del parafulmine, senza nuocere in alcun modo al fabbricato. — Non vogliamo dunque asserire che questo strumento è infallibile preservatore dalla folgore; ma crediamo che certamente e' sia un mezzo attissimo a neutralizzarne le intensità e a diradarne infinitamente i paurosi effetti. . .

LEZIONE LII.

DEL MAGNETISMO TERRESTRE E DELLE METEORE MAGNETICHE.

Poco fin qui sappiamo su questi singolari fenomeni.

La scienza suppone la esistenza di un fluido particolare, invisibile, imponderabile, analogo al fluido elettrico, cui vien dato il nome di *fluido magnetico*, sparso in differenti proporzioni sulle diverse parti della terra.

Non siam certi che questo fluido esista nell'atmosfera; forse è sparso anche più oltre, e forse trovasi perfino nell'interno della terra: di maniera che non vi è alcuna ragione per occuparsene piuttosto qui a questo punto del nostro Corso che altrove, essendo che alcuni dei fenomeni dei quali siam per parlare, succedono forse al di là dei limiti del globo.

Nulladimeno, siccome l'*aurora polare*, che si lega in una maniera sì certa a questo genere di fenomeno, è probabilmente una meteora che si genera nella nostra atmosfera, o almeno vi spande i suoi luminosi raggi, noi riporteremo qui anche i principali fatti relativi al magnetismo: ma nel tempo stesso preghiamo i nostri lettori a ricorrere per più ampia intelligenza di questo argomento, alle opere elementari di meteorologia e di fisica, ove troveranno riunite, colla precisione e chiarezza proprie generalmente di tali opere, nozioni che i limiti di queste Lezioni non ci permettono di qui inscrivere. . .

Esistono pel magnetismo come per l'elettricità, due fluidi che s'attirano quando hanno nomi opposti, che si respingono quando portano lo stesso. Le loro proprietà si manifestano nei corpi che li

posseggono, col potere che comunicano a questi corpi d'attrarre il ferro, potere che agisce a distanza e a traverso tutti i corpi; di maniera che si può considerare il fluido magnetico come sparso dovunque, fra le molecole dei corpi, come il fluido elettrico.

Differisce però molto da quest'ultimo, in quanto che non può trasmettersi: una calamita qualunque è sempre dotata dei due poli onde uno contiene un fluido, e l'altro quello che gli è opposto: fra questi due poli esiste una linea di demarcazione che non possiede alcuna potenza.

Quando sospendesi pel centro di gravità un ago calamitato se il suo appoggio, invece di essere inflessibile gli permette di muoversi in sensi differenti, quest'ago prende una direzione; una delle sue estremità volgesi sensibilmente verso uno dei poli della terra, e conseguentemente l'altra è diretta in verso il polo opposto. Possiamo dunque considerare la terra come una gran massa di calamita, divisa in due regioni separate da una linea media: nell'emisfero settentrionale domina il *fluido boreale*, e nell'emisfero meridionale il *fluido australe*; e siccome i fluidi di nomi opposti s'attirano, mentre quelli dello stesso nome si respingono, il polo australe dell'ago si dirigerà verso il punto boreale della terra, ed il polo boreale volgerà verso l'australe.

Si dà il nome di *meridiano magnetico*, al cerchio ideale onde il piano passa pel centro della terra e per la lunghezza dell'ago calamitato; piano che differisce da quello del meridiano astronomico, e può fare con esso un angolo più o meno aperto. La misura di questo angolo è la *declinazione dell'ago calamitato*; la quale in certi luoghi della terra è nulla qualche volta, e là sono ciò che dicesi *linee senza declinazione*; ma un poco di declinazione per tutto generalmente esiste. La si misura partendo dal meridiano astronomico; laonde a Parigi la declinazione è *occidentale*, purechè il polo australe dell'ago passa a ponente del meridiano; sarebbe *orientale* se passasse a levante.

Da un polo all'altro non esistono che due semicerchi sui quali la declinazione è nulla; su tutti gli altri punti ella osservasi o più o meno marcata: ma queste linee circolari del zero di declinazione cambiano continuamente di posto, come possiamo persuadercene consultando la seguente tavola.

TAVOLA

DELLE DECLINAZIONI DELL' AGO DELLA BUSSOLA
OSSERVATE A PARIGI.

| | | |
|---|---------|-----------|
| Anno 1580 | 11° 30' | a levante |
| 1618 | 8 | id. |
| 1663 | 0 | |
| 1678 | 1 30 | a ponente |
| 1700 | 8 10 | id. |
| 1767 | 19 16 | id. |
| 1780 | 19 55 | id. |
| 1785 | 22 00 | id. |
| 1805 | 22 5 | id. |
| 1813 | 22 28 | id. |
| 1814 | 22 34 | id. |
| 1816, 12 ottobre, 3 ora pomeridiane | 22 25 | id. |
| 1817, 10 febbraio, 1 idem | 22 19 | id. |
| 1818, 15 ottobre, 2 idem | 22 22 | id. |
| 1819, 22 aprile, 2 idem | 22 29 | id. |
| 1820 | " " | |
| 1821 | " " | |
| 1822, 9 ottobre, a mezzogiorno | 22 11 | id. |
| 1823, 21 novembre | 22 23 | id. |
| 1824, 13 giugno, 1 ora pomeridiana | 22 23 | id. |
| 1825, 18 agosto, a mezzogiorno | 22 22 | id. |
| 1826 | " " | |
| 1827 | 22 20 | id. |
| 1828 | 22 6 | id. |
| 1829 | 22 12 | id. |

Vedesi da questa tavola, che la declinazione ha variato di più di 30 gradi in meno di tre secoli, e che fu al zero nel 1663. Da quell'epoca in poi, ella prova oscillazioni che tendono a far credere al suo ritorno verso oriente.

A brevissime distanze, osservansi notevoli differenze nella declinazione; diguisachè, avanti di essere zero a Parigi lo fu a Londra, e dopo essere stata zero a Parigi passò ad esserlo a Vienna, in Austria. Nel 1830 era di 22 gradi circa a Parigi, e di 24 a Londra: ignorasi però a qual cagione debbansi attribuire queste differenze.

L'ago della bussola è quasi sempre in moto: oltre le declinazioni annuali, date dai termini medi delle osservazioni, si osservano pure delle variazioni diurne, onde alcune sono semplicemente accidentali, ma la maggior parte di esse sono periodiche, e variano a seconda delle ore del giorno.

Per la qual cosa, facendo astrazione dalle cause perturbatrici, è stato osservato a Parigi, che l'ago rimane appresso appoco stazionario durante la notte, mentre al levar del sole mettesi in moto, e la sua estremità boreale cammina a ponente all'opposto di questo astro; a mezzogiorno, e più spesso fra mezzogiorno e le ore tre, tocca il suo *maximum* di deviazione occidentale; quindi con moto contrario ritorna all'oriente, fino alle nove, alle dieci e alle undici della sera, ore in cui resta stazionario fino al mattino veniente. L'angolo che l'ago percorre, dalla sua stazione della mattina fino alla sua maggiore distanza occidentale, costituisce l'*amplitudine* della variazione diurna; e quest'angolo varia tutti i giorni: però il Cassini, che ha raccolto gran numero di osservazioni sui movimenti dell'ago calamitato, ha osservato, che in generale la detta amplitudine è maggiore nella stagione calda, dall'equinozio di primavera fino all'equinozio di autunno, e minore nella fredda, vale a dire nello spazio che separa i due equinozi. Il suo valore medio, pei mesi di aprile, maggio, giugno, luglio, agosto e settembre, sembra essere da 13 a 15 minuti, e solamente da 8 a 10 pei mesi di ottobre, novembre, dicembre, gennaio, febbraio e marzo. Il suo *maximum* è di minuti 25, e il suo *minimum* di 5'.

Gli stessi movimenti si manifestano sotto il suolo, a grande profondità; almeno, questo è quanto ha osservato il Cassini, per espe-

rienze fatte a circa 23 metri di profondità, nelle cantine dell'Osservatorio di Parigi.

Nelle contrade del Settentrione le variazioni diurne sono più grandi e meno regolari; l'ago non vi resta immobile nella notte come a Parigi, e solamente la sera arriva al suo *maximum* di deviazione occidentale: ma se, invece di andare verso il polo si procede verso l'equatore, l'*amplitudine* diminuisce, e si trova una linea che circonda il globo senza coincidere coll'equatore che taglia in due punti, ove l'*amplitudine* è nulla, salvo alcune leggere oscillazioni or da una parte ora dall'altra secondo la posizione del sole a borea o ad austro dell'equatore; per cui sembra che quest'astro respinga l'ago dalla parte opposta alla sua. Questa linea ha ricevuto il nome di *equatore magnetico*: da ciascuna delle sue parti, le oscillazioni diurne avvengono in ordine inverso; a mezzogiorno l'estremità boreale dell'ago cammina verso levante; alle stesse ore, nell'emisfero boreale cammina a ponente.

La declinazione non è il solo moto che presenti l'ago calamitato; egli ne possiede un altro che chiamasi *inclinazione*, e consiste nell'angolo che un ago che può muoversi liberamente sul suo centro di gravità fa coll'orizzonte, nel piano verticale del meridiano magnetico. Quest'angolo è di circa 67 gradi a Parigi: ma non è sempre stato lo stesso, come possiamo persuadercene volgendo l'occhio sulla seguente tavola.

TAVOLA

DELLE INCLINAZIONI DELL' AGO MAGNETICO
OSSERVATE A PARIGI.

| | |
|---------------------|----------|
| Anno 1671 | 75° 0'0" |
| 1754 | 72 15 |
| 1776 | 72 25 |
| 1780 | 71 48 |
| 1791 | 70 52 |
| 1798 | 69 51 |
| 1806 | 69 12 |
| 1810 | 68 50 |
| 1814 | 68 36 |
| 1816 | 68 40 |
| 1817 | 68 38 |
| 1818 | 68 35 |
| 1819 | 68 25 |
| 1820 | 68 20 |
| 1821 | 68 14 |
| 1822 | 68 11 |
| 1823 | 68 8 |
| 1824 | 68 7 |
| 1825 | 68 0 |
| 1826 | 68 0 |
| 1827 | " |
| 1828 | " |
| 1829 | 67 41 |

Quantunque non si possa prestar piena fede alle osservazioni più antiche di questa tavola, risulta però sempre vero, che questo angolo diminuisce a Parigi: ma la sua diminuzione annuale non è costante; ella varia da un anno all'altro, e s'ignora se questa diminuzione appartenga ad un gran periodo d'oscillazione, o se debba considerarsi come progressiva.

Non abbiamo fin qui potuto far delle osservazioni sulle variazioni diurne d'inclinazione dell'ago: la loro *amplitudine* è troppo piccola; però devesi supporre che abbiano luogo.

La latitudine influisce singolarmente sull'inclinazione: procedendo verso le regioni boreali della terra, vedesi successivamente l'inclinazione aumentare; e quando si arriva in vicinanza del polo, è sul punto di arrivare a 90 gradi. Poichè per la misura dell'inclinazione, è convenuto di prendere il più piccolo degli angoli che la metà inferiore dell'ago forma coll'orizzonte, conseguentemente quest'angolo sarà sempre più piccolo di 90 gradi.

A Parigi il polo australe dell'ago è sempre quello che s'immerge sotto l'orizzonte, e questo istesso polo aumenta pure la sua inclinazione a misura che ci s'avvicina al polo boreale magnetico, assolutamente come se la terra fosse una gran calamita munita dei suoi due poli.

Dietro le osservazioni che sono state fatte nelle estreme regioni settentrionali del globo, è certo, che il polo terrestre ed il polo magnetico dell'emisfero boreale non solo non coincidono, ma sono anzi distanti più di quattrocento miglia o cento quaranta leghe: *oltredichè siamo certi, che esistono quattro poli, e conseguentemente due assi magnetici sulla terra.*

A misura che ci allontaniamo dal polo boreale per guadagnar l'equatore, l'inclinazione dell'ago diminuisce come la latitudine: esiste pure un punto più o meno distante dall'equatore terrestre ove diviene zero; ma se si portano i nostri strumenti al di là per avanzare verso il polo australe, vedesi successivamente il polo boreale dell'ago inclinarsi e formare nelle regioni circumpolari angoli di circa 90 gradi. Il Ross ha trovati recentemente nell'emisfero australe i punti precisi dei poli magnetici; ivi pure ne esistono due, e differiscono ugualmente dal polo terrestre.

Poichè traversando il globo da un polo all'altro ivi pure trovansi

sui diversi meridiani, punti ove l'inclinazione dell'ago è zero, basterà riunire sur una linea tutti questi punti zero di inclinazione per aver l'*equatore magnetico*, che è lungi dal coincidere coll'equatore terrestre; egli forma una linea irregolare che fa il giro della terra, senza uscire dalla zona torrida; poichè, senza allontanarsi dall'una o dall'altra parte più di sedici gradi, non taglia l'equatore terrestre che in due punti, che sono quasi diametralmente opposti; uno trovasi presso l'isola di San Tommaso, non lungi dal meridiano di Parigi, e l'altro appresso appoco fra le isole Caroline e le isole di Sandwich, a circa 180 gradi di longitudine.

Questi punti sì importanti per la teoria del magnetismo terrestre, si chiamano i *nodi* dell'equatore magnetico: la loro precisa posizione è per il primo a 3 gradi e 20 minuti di longitudine orientale, e pel secondo a 185 gradi 30' di longitudine occidentale. Fra i nodi, all'occidente del meridiano di Parigi, l'equatore magnetico s'incurva nell'emisfero australe; raggiugne traversando l'Oceano Atlantico, il mare dell'isola Sant'Elena, passa al di là dell'isola dell'Ascensione che lascia a borea, e penetra nel continente d'America pella costa del Brasile a 15 gradi di latitudine presso San Giorgio de'Ilheos: a misura che s'interna nelle terre, tocca latitudini australi un poco crescenti fino a Cuaybas (latitudine 16°), che sembra essere il limite della sua escursione alla volta di mezzogiorno; quindi si ravvicina all'equatore terrestre, ed esce dal continente pella costa del Perù, presso Truxillo, a 8 gradi di latitudine australe: da quel punto il suo andamento pare molto più regolare nel Grande Oceano equinoziale: si ravvicina gradatamente all'equatore terrestre fino al secondo nodo; di colà passa nell'emisfero boreale, ove il suo cammino non è conosciuto che per piccolissima porzione e pella recenti osservazioni del Deperrey, dal nodo antidetto fino a Borneo, e da Borneo alla punta di Ceylan, dal Blossenville.

Nulla sappiamo circa la vera direzione che l'equatore magnetico prende nell'interno dell'Africa; ma alcune osservazioni più antiche sembrano indicare, che s'estenda assai regolarmente dallo stretto di Bab-el-Mandeb fino all'isola di San Tommaso, ove il capitano Sabine fissò il suo primo nodo.

Il Duperrey pubblicò anni sono una bellissima carta ed una lunga serie di buone osservazioni sulla determinazione dell'equatore magnetico.

Dopo quell'epoca, ei lesse all'accademia delle scienze una Memoria, nella quale presentò importantissime considerazioni sul magnetismo: ecco alcune delle principali.

L'equatore magnetico è per lui *la linea delle più piccole intensità magnetiche di tutti i meridiani del globo*: era dunque errore a considerarla siccome una linea di uguale intensità.

L'intensità magnetica varia sull'equatore suddetto dall'unità infino a $\frac{867}{1000}$; di maniera che la differenza estrema è di un decimo e un terzo, vale a dire di un intervallo e un terzo delle linee tracciate sulla sua carta: accade allora, che le linee *isodinamiche* vicine all'equatore magnetico, aggiungonvi obliquamente senza passar oltre.

La determinazione dell'*equatore magnetico medio*, ha pure occupato il Duperrey: per far ciò egli ha trasformato in due fusi sferici i due fusi compresi fra l'equatore magnetico vero e l'equatore terrestre; ed è arrivato in tal modo a conoscere, che le sommità del meridiano magnetico medio sono a undici gradi e trentacinque minuti di latitudine verso borea, e a dieci gradi e quarantatre minuti verso austro dell'equatore terrestre.

Quanto ai poli magnetici, il Duperrey dovette contentarsi di indicare nelle regioni polari due spazi limitati da linee isodinamiche di grandissima intensità, che devono necessariamente contenere i poli in questione. Lo spazio australe è un triangolo onde gli angoli ottusi sono diretti verso l'Africa, l'America e l'Australia: lo spazio boreale è allungatissimo; una delle sue estremità distendesi sulla parte boreale dell'Asia, l'altra sulla costa settentrionale dell'America.

Del resto la determinazione di uno dei poli magnetici boreali fu operata son pochi anni dal Ross antidetto. In una escursione intrapresa alla fine del mese di maggio 1831, egli si assicurò che avea tocco questo punto importante, il quale trovasi situato ai $70^{\circ} 5' 7''$ di latitudine e ai $90^{\circ} 46' 45''$ di longitudine occidentale del meridiano di Greenwich.

» Forse alcuno potrebbe farsi idea, scrive questo ardito nocchiero, che il polo magnetico simigli alla montagna favolosa di Sinbal, o che almeno sia un monte di fuoco o di calamita alto come il Monte Bianco; ma nulla di tutto ciò: la Natura non ha elevato alcun monumento in quel sito da lei scelto siccome centro di una

delle sue più grandi e misteriose potenze. Quivi io non ebbi che un rammarico; e fu di non avere i mezzi per riparare alla mancanza della Natura, e potere elevare su quella spiaggia bassa e desolata una piramide di sasso, solida abbastanza per resistere all'ira del tempo, ed alla mano distruggitrice degli Eschimali selvaggi ».

Il medio polo magnetico di ciascuno emisfero è alla intersezione comune di tutti i meridiani; ora per stabilire i veri meridiani magnetici, il Duperrey parte da una nuova relazione fra le intensità e le declinazioni magnetiche.

La linea di declinazione, in un punto qualunque della superficie del globo, è normale alla linea isodinamica che passa per questo punto, poichè le azioni magnetiche sono simmetriche da due lati di quest'ultima linea: ma su ciascuno dei punti dell'equatore magnetico, vi aggiungono due curve isodinamiche l'una dall'emisfero boreale, l'altra dall'emisfero australe; di maniera che l'ago di declinazione deve prendere in questo punto una direzione media fra le due normali condotte alle due linee isodinamiche aggiugnenti all'equatore: ora potrà accadere, che questa direzione non sia normale all'equatore magnetico, ed il Duperrey ha trovato fino in due gradi la differenza. Le curve isodinamiche lontane dall'equatore non mai possono incontrarsi: se dunque per due punti vicinissimi conduconsi le curve isodinamiche e una normale fra esse, questa normale sarà la direzione dell'ago orizzontale, e la parte di questa normale, compresa fra le due curve, uno degli elementi della linea che taglierebbe ad angoli retti tutte le curve isodinamiche, linea che sarebbe un vero meridiano magnetico.

Le linee isodinamiche, tagliando ad angoli retti le direzioni dell'ago d'inclinazione, queste due serie di fenomeni sono omai legate, mentre, d'altra parte, una *sola osservazione d'intensità ed una serie di declinazioni attorno il globo, danno la traccia di tutta una linea isodinamica.*

Il Duperrey ha valutato la superficie di ciascheduno emisfero magnetico; ed ha trovato, che la superficie dell'emisfero boreale sta alla superficie dell'australe come 1,000, a 1,0152: quindi determinando l'intensità media magnetica de' due emisferi terrestri, ha trovato che la parte boreale è meno magnetica dell'australe, come 1 sta a 1,0152; vale a dire, che la superficie de' due emisferi magne-

tici sono proporzionali alle intensità totali de' due emisferi terrestri; d'onde possiamo perciò solo dedurne un' inuguaglianza analoga di temperatura. La curva media delle intensità magnetiche dall'equatore ai poli, dà fra i magnetismi equatoriale ed australe una differenza di 0,8017; mentre la differenza delle temperature medie dell'equatore e de' poli della terra è di 45 gradi centigradi: laonde, le variazioni di temperatura saranno proporzionali alle più piccole differenze nel magnetismo, ed il Duperrey arriva per questa via a stabilire l'assioma, che, nella sua totalità, *l' emisfero australe è più freddo del boreale alquanto meno di un grado del termometro centigrado.*

Le inuguaglianze di temperatura dei paralleli terrestri, sono prodotte dall'irregolarità della superficie acquosa o continentale; ma ciò che turba la distribuzione del calore, esercita pure i suoi effetti sul magnetismo; cosicchè, tutte le variazioni atmosferiche ne produrranno nella temperatura e nel magnetismo, di maniera che *le linee isodinamiche, come pure le curve isotermali, varieranno ad ogni istante di forma e di posizione, oscillando attorno ad una posizione e ad una forma medie.*

Un cambiamento pur leggerissimo nella configurazione delle linee isodinamiche, potrà produrne de' grandissimi nella declinazione; i quali *saranno molto considerevoli vicino ai continenti, e debolissimi nel mezzo degli oceani a gran distanza dalle coste*; lo che è pur confermato dall'osservazione: in tal guisa, se il magnetismo cambia appena nel Grande Oceano, subisce però notabili variazioni a ponente dell'Europa.

Finalmente, il Duperrey compie la sua opera dicendo delle *variazioni dell'ago orizzontale, e della spiegazione di questo fenomeno prodotto per cause locali, e soprattutto pell'influenza della temperatura del suolo, e dei corpi posti al di sopra di esso.* A latitudini eguali ne' due emisferi, il sole riscaldando successivamente i meridiani da levante a ponente, appresso a poco della stessa quantità di calore, egli diminuisce l'intensità magnetica in modo, che le linee isodinamiche riflettonsi e si allontanano dall'equatore, come se fuggissero il sole; e l'ago orizzontale, che loro è sempre perpendicolare, devia dai luoghi più riscaldati la sua punta boreale nel modo che segue: nelle stagioni boreali, vale a dire primavera ed estate, verso

ponente la mattina o durante il riscaldamento, e verso levante la sera o durante il raffreddamento; e nelle stagioni australi, cioè autunno ed inverno, succede naturalmente al contrario. — La configurazione e la distribuzione delle terre e dei mari producono però locali eccezioni a questa regola, mentre un'altra causa s'aggiugne pure alle precedenti per produrre variazioni diurne nell'ago, ed è la variazione diurna di temperatura che provano i soli strati più bassi dell'atmosfera, e lo strato superiore del suolo fino appresso a poco alla profondità di due in tre metri. Alla superficie della terra, le influenze magnetiche sono ricevute dall'ago in ragione inversa del quadrato della distanza degli oggetti circostanti; e se questi ultimi sono disposti irregolarmente e vicinissimi, le variazioni di esso potranno essere molto irregolari. Bisogna dunque, per guarentirsi da tante cagioni di irregolarità, e per conoscere il vero andamento dell'azione magnetica in una regione, bisogna scendere a molta profondità: colaggiù la massa del suolo non eserciterà più sull'ago che un'azione regolare ed uguale su tutti i suoi punti; sul chè, il Duperrey ha fondato quest' altro assioma: *l'osservazione delle variazioni, ossia diurne ossia annuali, del magnetismo, non può farsi con sicurezza di precisione che ad una profondità di trenta metri almeno per le prime, e di tre per le altre. . .*

Dopo avere parlato del magnetismo terrestre in genere, ora vogliamo descrivere un fenomeno sulla produzione del quale pare che egli abbia una grande influenza; intendo dire della meteora chiamata *aurora polare*, perchè in quelle ultime regioni del globo più comunemente si manifesta.

Le lunghe notti delle regioni polari presentano sovente ai radi abitanti di quelle inospite regioni, o ai viaggiatori, lo spettacolo di quel fenomeno ben raro nelle nostre contrade; spettacolo che sempre ci è indicato dalle perturbazioni dell'ago magnetico. Consiste questo nell'apparizione di una viva luce, analoga a quella che produce il sole quando una porzione del suo disco spunta la mattina sull'orizzonte, e riflette sulle nubi quei vaghi colori che vengon indicati sotto nome d'*aurora*.

L'immensità dei mari onde il polo australe è circondato, e la scarsità delle osservazioni, hanno lasciato per molto tempo ignorare, che questo fenomeno si mostrasse pure in quella estremità del globo;

laonde per vari secoli fummo limitati alle osservazioni dell' emisfero boreale, ed il nome d'*aurora boreale* fu quello imposto al fenomeno, nome ch'è stato conservato fino quasi ai nostri giorni per indicare le meteore di questo genere che succedono anche al polo australe. . .

L'apparizione della aurora polare, è uno dei più belli spettacoli che il cielo possa offrire; ma la breve durata delle notti nei nostri climi, e la poca intensità del freddo, ci priva quasi sempre di questa risplendente meteora.

Quando un vivo freddo regna nell'aere, e che nessuna corrente non turba l'ordine dei suoi strati, nelle regioni circumpolari vedesi, al dechinar del giorno, colorarsi il cielo di una luce particolare ove il gialliccio primeggia, e ben tosto di tutte le tinte in cui l'aurora si cangia.

Se nessuna nube non offusca la meteora, se, al contrario, un vapore leggiero e diafano si stende nell'aere come un velo dinanzi ad un quadro, è certo il completo sviluppo dell'*aurora*: lo splendore di essa non è allora passeggero; lo spettacolo dura intere notti e nulla ne uguaglia la magnificenza.—La tinta luminosa si stende appoco a poco; già alcuni tratti di luce emanano da essa e si dirigono in verso il zenith. — A misura che la notte avanza, lo splendore aumenta, e mentre il sole spande lontano la sua luce sur altre contrade, le notti dei poli sono splendenti come i giorni della zona torrida. Fasci di luce larghi da principio e sfumanti in cima, vengono rimpiazzati da raggi vivi ed ondulanti, che cambiano di colore, e precedono l'apparizione di due colonne elevantisi in modo ineguale: il guizzo di quei raggi lascia in cielo una traccia di luce come i fuochi d'artificio, e tanto diversi sono gli effetti che producono, che direbbesi che i metalli sono infiammati nel loro interno, poichè emanano ad ogni momento le argentee fiamme dell'antimonio, i fuochi rossi della strontiana e la verde luce dello zinco che si ossida.

Bentosto le sommità delle colonne luminose s'inclinano in arco immenso sotto il quale distinguonsi di tanto in tanto i lunghi tratti coloriti che con rapidità traversano lo spazio, e vengono nel mezzo dell'arco a formare la corona dell'*aurora*. Alcune volte diffusa, altre completa o mutilata, questa corona annunzia il più delle volte il fine del fenomeno, sempre però lo compie: raggi di luce di vari colori guizzano da tutte le parti, quindi diminuiscono d'intensità, vacillano,

indeboliscono appoco a poco: le ricche tinte di porpora e di aurora che il fenomeno presentava, sono rimpiazzate da un giallo smorto che s'indebolisce sempre maggiormente; e l'oscurità rimpiazza infine la luce di alcune fiamme incerte, che non appaiono che a lunghi intervalli.

Così finisce, per rinnovarsi bentosto, questa brillante meteora; la quale non bisogna confondere colle *nubi luminose* per sovrabbondanza d'elettricità, che molto alle *aurore* somigliano. Per distinguere l'uno dall'altro fenomeno è decisiva la osservazione del Forbes; egli dice, che a traverso i veli luminosi delle aurore polari possono vedersi fin le più piccole stelle, ma che non mai questo succede rispetto alle nubi suddette. . .

Ignorasi totalmente la causa di questo singolare fenomeno: è stato da molti attribuito al fluido elettrico, e fu supposto, che, addotto questo fluido nelle alte regioni dell'aere, lasci il globo terrestre dalla parte dei suoi poli per spandersi nello spazio.

Ma qualunque sia la natura e la causa dell'aurora polare, esistono dei rapporti assai notevoli fra essa ed il magnetismo. Giorgio Fisher, dietro osservazioni da lui fatte in una residenza di due anni nei paesi del Settentrione, e dietro le testimonianze di un gran numero di naviganti e di viaggiatori, è stato indotto a pensare, che l'aurora polare sviluppi principalmente (pell'emisfero artico) sui lidi del mar Gelato, o in qualunque altro luogo ove trovasi un vasto cumulo di ghiaccio; e che una delle circostanze ordinarie richieste pella sua apparizione, sia il rapido congelamento dei vapori dell'atmosfera: secondo lui, l'*aurora boreale* è un fenomeno elettrico, che prende la sua origine nell'elettricità positiva dell'atmosfera, sviluppata dalla rapida condensazione del vapore nell'atto del congelamento, e nell'elettricità negativa delle parti natanti o sospese nell'atmosfera medesima: ella è la conseguenza immediata del ristabilimento dell'equilibrio elettrico per l'intervento di alcune particelle di ghiaccio, le quali essendo imperfettamente conduttrici, divengono luminose trasmettendo l'elettricità. Il detto fisico spiega l'assenza delle *aurore boreali* sotto i tropici e nelle zone temperate dicendo, che in queste contrade l'equilibrio elettrico si ristabilisce per mezzo dei vapori acquosi, ciò che produce il tuono e i lampi, non mai però le *aurore*; poichè questo fenomeno non saprebbe prodursi che in un cielo chiaro, freddo e secco. . .

L'Ideler ha emessa un' opinione del tutto differente su questo argomento: egli suppone, che i precipitati formati da vapori secchi, nelle parti elevate dell' atmosfera, succedano nelle regioni dei poli magnetici sotto la forma di aurore polari, e che le particelle ferrifere si pongano attorno i detti poli in un ordine simile a quello che prende la limatura di ferro attorno ad una verga calamitata, cioè che vi si dispongano sotto la forma di un settore di sfera. — Del resto, le osservazioni ulteriori sul magnetismo terrestre finiranno di spiegare le anomalie di questo fenomeno. . .

Quanto a Giovanni Herschel, egli è di parere, che per analogia si possano concepire idee assai giuste su questo genere di fenomeno, osservando ciò che accade ai nostri giorni sulla superficie di globi celesti ancora incandescenti, e su cui tutti i fenomeni hanno serbato maggiore intensità che sul nostro. » Una corrente continua di materia elettrica, dice questo grande astronomo, non potrebb'ella, circolando nella vicinanza immediata del sole, o traversando gli spazi planetari, determinare nelle regioni superne dell' atmosfera solare fenomeni del genere di quelli che si manifestano in una maniera non equivoca, benchè sur una scala più piccola, nelle nostre aurore polari? L'analogia possibile fra questa luce e quella del sole, è un punto su cui mio padre ha formalmente insistito ». . .

È assai raro, che un' aurora polare sia così completa come quella di cui abbiamo fatta la dipintura qui sopra; la corona non può sempre formarsi, e l'arco non è sempre visibile alla sommità: ma quando l'uno e l'altra ponno essere scorti, sempre la sommità dell'arco coincide colla linea del meridiano magnetico del luogo dell'osservazione, e la corona trovasi sul prolungamento dell'ago d'inclinazione del luogo predetto: laonde, se a Parigi si osservasse un'aurora boreale completa, la corona andrebbe a formarsi alla volta di mezzogiorno a 50 gradi circa al di là dello zenith, in un piano verticale inclinato di 22 gradi al meridiano terrestre.

L'azione di questo fenomeno sull'ago calamitato è tale, che egli cambia qualche volta, e sovente ad ogni momento, la sua declinazione e la sua inclinazione; a segno tale che l'Arago ha scoperto, che a Parigi, come altrove, può essere esattamente conosciuta dalla sola ispezione della bussola l'aurora polare, che succede ad un' ora qualunque; di maniera che da qualsiasi luogo della superficie terrestre, può sapersi ciò che accade ai poli. . .

Ignorasi ancora se la sede di questa metcora sia nella nostra atmosfera, o se ella succede a grande altezza: gli osservatori non van d'accordo su questo punto. — L'Airy ha calcolato, che le aurore boreali vedute in Inghilterra il 17 settembre ed il 12 ottobre del 1833, erano ad una altezza di cinquanta in sessanta miglia al di sopra della terra. — Il Dalton ha calcolato la media altezza delle aurore polari a circa cento miglia dalla superficie terrestre. — Nullaostante il Farquharson non valuterebbe quell'altezza che di uno in due miglia; ma le sue osservazioni son troppo vaghe. — D'altronde, il Parry pretende averne veduta una che succedeva fra lui ed un suolo elevato circa tre mila piedi dal luogo dove trovavasi; ma è incerto ch'ei non fosse ingannato da una illusione ottica. Dimanieratalechè non si ha nulla di positivo su tal proposito. . .

Lo stesso è di una specie di strepito, che molti dicono d'aver inteso nel tempo delle aurore polari, e che altri non han potuto notare: questo solo fatto dello strepito, se fosse incontrastabile, proverebbe, che la sede del fenomeno è nell'atmosfera, essendo che le onde aeree verrebbero a colpire le nostre orecchia, ciò che non può succedere nel vuoto. . .

Questo volevamo dire quanto alle meteore magnetiche: ora passiamo in altro più vasto campo: vi studieremo le luminose.

LEZIONE LIII.

DELLE METEORE LUMINOSE

Ricordiamo qui in brevi parole quello che dicemmo nella *Cosmografia* intorno alla luce; vale a dire, che la scienza ignora tuttora, che cosa ella veramente sia: i filosofi naturalisti dei nostri tempi son divisi in due sentimenti o ipotesi: nella prima ipotesi suppongono, che i corpi luminosi lancino delle molecole di luce che muovansi e percorrino lo spazio con estrema rapidità, e questo chiamano *sistema della emissione*: mentre nella seconda pensano, l'Universo ripieno di una materia eminentemente sottile ed elastica, alla quale danno nome di *etere*; e perchè certi corpi hanno la proprietà di far vibrare quest'etere a modo dei fluidi, ne risultano delle *onde*, che circolarmente propagansi attorno al centro di vibrazione, e giungono a colpire l'organo della visione producendovi la sensazione luminosa, in cento e cento guise modificata secondo la lunghezza, la velocità, la frequenza di quelle onde: ecco ciò che chiamano *sistema delle onde*. . .

Comunque voglia credersi di ciò, rimane sempre inconcusso, che la luce solare, diretta o riflessa dai pianeti e dai satelliti, giunta nella nostra atmosfera vi subisce diverse modificazioni, secondo la costituzione in cui trova l'acre, specialmente pella varia quantità di vapore acqueo che è disciolto in lui, e pella forma e densità che nel medesimo ha acquistato. — Per questa cagione producesi quella continua varietà nella vaga meteora che ogni dì precede il sorgere del sole sull'orizzonte, nota sotto il dolce nome di *aurora*, intorno alla

quale i poeti ed i pittori han detto e fatto tante cose belle e piacevoli: ed ugualmente diversa, ma sempre dilettevole, è la meteora del *crepuscolo* che ogni sera presentasi con sì magnifici colori dopo il tramonto dell'astro del dì, dalla parte di ponente. . .

Ma noi tralascieremo di dire di questi stupendi fenomeni della sera e del mattino, che non meravigliano l'occhio del comune degli uomini perchè troppo frequenti, e dei quali abbiamo più volte accennato in questo *Corso*; e ci tratteremo piuttosto a descrivere delle meteore luminose, che, meno frequenti, fermano l'attenzione e fissano il pensiero anche dei più volgari.

Tra esse è sorprendentissima l'*iride* o *arco baleno*. — I poeti, favoleggiando, veggono nell'iride la vaga nunziatrice di Giunone, Dea dell'aria, la quale di essa si avvale per dare ai mortali i segni della pioggia: ma i filosofi, lungi da tali simboli, scorgono per essa, anche in mezzo all'oscurità de' nuvoli, il potere di colui che domina tutta la Natura! . . .

Perchè questa meteora si manifesti, è necessario il concorso di queste condizioni: la presenza del sole sull'orizzonte, lo scioglimento di una nube in pioggia, l'osservatore colle spalle volte al sole, e situato fra questo e il luogo ove cade la pioggia, onde la luce diretta non eclissi quella debole ripercossa dalla nube.

Quasi sempre scorgonsi due iridi fra le nubi: una interna, più vicina all'osservatore e tinta di più vivi colori, che dicesi *primaria*; l'altra esterna e *secondaria*, più debolmente colorita.

Le iridi presentano i colori dello spettro solare: nella primaria essi sono disposti dal basso in alto con quest'ordine: violetto, indaco, turchino, verde, giallo, arancio, rosso; — nella secondaria l'ordine de' colori è inverso.

Qualche radissima volta, veggonsi, nello spazio circoscritto dall'iride principale, altre iridi più piccole e ad essa concentriche, vestite di colori molto sbiadati e nello stesso ordine disposti. — Una sola volta ne furono osservate sei insieme.

Talora le iridi scorgonsi rovesciate: — in tal caso, o sono isolate, o sono unite con quelle che innalzansi nella loro naturale posizione, o sono separate, o formano opposta iperbole coi loro due rami, oppure si tagliano.

Quando il mare è molto agitato, le iridi appariscono anche alla

superficie della sue acque, specialmente nelle ore meridiane, e quando le onde sono straordinariamente sconvolte da venti, in tali occasioni i nocchieri ne hanno viste insino a venti una dietro l'altra.

Talvolta quest' arco si dipinge sull'erba delle praterie irrorata dalla rugiada, ed allora le sue varie tinte, unite a quelle dei fiori, abbelliscono meravigliosamente il delizioso aspetto della verdura. . .

Avvi ancora l'*iride lunare*, che producesi nelle opportune circostanze. Veggonsi in essa gli stessi colori dell'iride solare, ma tutti stemperati nel giallo, e molto più languidi per la poca densità della luce che li produce: laonde, questa iride, sempre pallidissima, non è visibile che di rado e sempre a luna piena. . .

Il massimo semidiametro dell'arco interno dell'iride è di circa 42 gradi, il minimo dell'esterno di circa 51; onde lo spazio posto fra i due archi, qualora appariscano, è di circa 8 gradi e 30 minuti: la larghezza dell'arco interno è alquanto maggiore di 2 gradi, e quella dell'esterno supera i gradi 3 e 30 minuti.

Ignorandosi i veri principii dell'ottica dagli antichi, essi non poterono addurre, per la spiegazione di questi fenomeni, che delle strane opinioni.

Seneca, Plinio e la somma dei naturalisti e dei filosofi di quei tempi remoti, credevano in sostanza l'iride una immagine del sole riflessa da una nube concava, al pari delle immagini degli oggetti riflettute ed ingrandite dagli specchi concavi: ond'è che dal fenomeno dell'iride Seneca avea conchiuso, che il sole è più piccolo dell'arco di lei.

Questa meteora non richiamò l'attenzione dei matematici prima del secolo XIV: ma anche a quell'epoca, per deficienza di ottiche cognizioni, essi caddero in parecchi errori. — Tuttavia, circa quel tempo fra Teodorico di Sassonia, domenicano, nel trattato *De iridabilis impressionibus*, trovato da Giambatista Venturi nella pubblica biblioteca di Basilea, dava il primo un ragionato cenno di questo fenomeno.

Nel secolo XVI, Mareantonio de Dominis, arcivescovo di Spalatro in Dalmazia, ne diede idea più chiara: egli espose ai raggi solari una sfera di cristallo ben trasparente e ripiena di acqua, ed alzandola ed abbassandola osservava dietro di essa progressivamente tutti i colori dell'iride: dal che dedusse, che i raggi del sole, riflessi.

similmente dalla parte posteriore da tutti i piccoli globi acquosi componenti le nubi e la pioggia, producono l'iride. Egli eziandio avvertì, che solamente sotto un dato angolo vedesi un dato colore, e spiegò perchè la meteora è circolare. — Il de Dominis portò dunque molto innanzi inverso la verità, la spiegazione sulle cagioni di questo sorprendente fenomeno dell'iride.

Ma il celebre Cartesio superò i suoi predecessori; poichè quantunque non avesse saputo applicare la teoria della diversa rifrangibilità dei raggi componenti la luce solare, pure, ripetendo l'esperimento del de Dominis, spiegò la formazione dell'iride interna per mezzo delle due rifrazioni e della riflessione che la luce subisce nell'interno dei globetti acquosi, e quella dell'esterna per mezzo di due rifrazioni e di due riflessioni.

E finalmente il Newton, battendo il sentiero tracciato dal de Dominis e dal Cartesio, compì l'opera, e diede alla spiegazione del fenomeno quel grado di perfezionamento, che tuttora si ammira.

Noi ci dispenseremo da riprodurre qui le spiegazioni che si trovano nelle opere di fisica, e che, sebbene riposino sulle più semplici regole dell'ottica, esigono ciò non pertanto lo sviluppo di particolarità incomportabili col disegno generale di questo nostro *Corso*. Laonde ci limitiamo a dire, che quando i raggi luminosi cadono sulle gocce dell'acqua, la forma delle quali è, in generale, sensibilmente sferica e la densità molto maggiore di quella dell'aria, essi vi penetrano rifrangendosi, e subiscono di contro alle pareti di esse più riflessioni, descrivendo per conseguenza nell'interno di quelle sfere una specie di poligono ripiegato sopra sè stesso. Quando, dopo aver subita una rifrazione, i raggi che non traversano interamente la goccia dell'acqua sono riflessi dal di lei inviluppo, e provano, rientrando nell'aria, una nuova rifrazione, che separa i diversi colori secondo l'ordine della loro rifrangibilità, allora formasi il vero arcobaleno, la iride più splendente, o l'arco interno. — I raggi che producono l'arco esteriore, provano, nell'interno delle gocce della pioggia, due riflessioni consecutive, e l'effetto della seconda è di fare comparire i colori dell'iride in ordine inverso: e poichè in ogni contatto dei raggi colla parte concava del globetto, una porzione di essi si sottrae alla riflessione e passa di nuovo nell'aria, perciò il numero di quelli che proseguono ad inflettersi progressivamente diminuendo, è cagione

che quei colori sieno più deboli. — Crescendo il numero delle riflessioni dei raggi luminosi nell'interno delle goccie, produconsi altre iridi; tre riflessioni fanno apparire un terzo arco baleno più alto del secondo, ed i colori di esso debbono essere molto indeboliti per le perdite sofferte in ciascuna delle riflessioni subite; quindi di rado esso si distingue, e soltanto si vede quando la parte del cielo situata in faccia allo spettatore è oscurissima, e quando il sole illumina moltissimo la parte opposta. Nella stessa guisa non si stenta a comprendere la possibilità di un quarto arco baleno prodotto dai raggi quattro volte riflessi; e così di seguito: — ma tutti questi archi denno essere tanto poco coloriti che non sono visibili.

Di sopra al primo arco baleno scorgonsi talora altri archi, nei quali non distinguonsi ordinariamente che uno o due colori. Questi archi secondarii furono attribuiti dal Pemberton a taluni raggi dispersi, ma tanto poco allontanati da quelli producenti l'iride ordinaria, che l'occhio trovasi sempre sulla loro direzione: dei colori derivanti da questi raggi, alcuni perdonsi nella parte violetta del primo arco, ed altri scorgonsi distintamente nello spazio posto al di sotto.

Qualche rara volta mirasi un altro arco baleno interno e concentrico al principale, del quale il Venturi ha data la migliore spiegazione: egli prova, che molte delle goccioline della pioggia sono sensibilmente più grandi delle altre, per cui nella caduta debbono schiacciarsi e prender la forma della cipolla a cagione della resistenza dell'aria in ragione del loro volume: ora, a queste sferoidi egli applica la comune teoria dell'iride, e dimostra, che il diametro verticale delle iridi formate da tali sferoidi, deve risultare necessariamente minore di quello dell'arco baleno principale.

Del resto, dipendendo questa meteora dall'asse della visione, ossia dall'angolo che forma il raggio emergente nell'occhio dello spettatore, chiaro si scorge esser dessa una *meteora di sito*: per cui tante sono le iridi quanti gli spettatori; e tramutansi come muta di luogo l'osservatore. In quanto poi alle manifestazioni dei diversi colori dell'iride noteremo, che ognuno di essi non apparisce che sotto certo dato angolo, composto delle due linee verticale e visuale. . .

Oltredichè dell'arco baleno vedesi una parte maggiore o minore secondo la diversa elevazione del sole sull'orizzonte. Quando que-

st'astro è più prossimo all'orizzonte, l'asse della visione, ch'è ad un tempo l'asse del cono formato da tutti i raggi riflessi, coincide anch'esso totalmente o quasi totalmente coll'orizzonte, ed in tal caso l'iride apparisce in figura di semicerchio. A misura poi che il sole si eleva, l'asse predetto si abbassa al di sotto della precedente situazione, e per conseguenza l'arco in proporzione declina: giunto il sole a gradi 42 sopra l'orizzonte, l'asse trovandosi abbassato di un ugual numero di gradi al di sotto di questo cerchio, il vertice dell'iride interna tocca l'orizzonte: e se il sole si eleva di più, l'iride interna sparisce affatto, e resta solo visibile una piccola parte dell'esterna, la quale cessa anch'essa di mostrarsi quando il sole tocca al grado 54^{mo} di elevazione.—All'opposto, quando il sole è sull'orizzonte l'asse della visione si alzerà sullo stesso orizzonte; ed in tal caso la parte visibile dell'iride sarà maggiore di un semicerchio: e se il luogo ove è l'osservatore rimane elevatissimo, e la nuvola ove si produce la meteora trovasi ad esso molto vicina, potrà darsi, come più volte è accaduto, che l'iride formi un cerchio intero. . .

La spiegazione dell'arco baleno lascia facilmente intendere altri fenomeni, che sono altrettante copie di questo magnifico spettacolo; il quale si può ad arte imitare proiettando l'acqua nell'aria in modo che sparpagliasi, stando colle spalle rivolte al sole: infatti le cascate dei fiumi e dei torrenti, ci presentano, per la dispersione delle gocce dell'acqua, archi baleni spesso incompiuti ma sempre molto vivaci; ed i colori dell'iride si scorgono spesso eziandio in cima ai getti di acqua artificiali operati nei giardini. . .

Questo è il luogo di dire degli *aloni*, dei *pareli* o falsi soli e delle *paraselene* o false lune.

Gli *aloni* sono cerchi brillanti ed ordinariamente colorati, che vedonsi qualche volta attorno al disco del sole o della luna: si chiamano pure *corone*. L'astro occupa il centro, e lo spazio compreso fra lui e l'interno dei cerchi luminosi, forma l'*area* dell'alone. Questo spazio è di un grigio più intenso o di uno scuro più cupo del resto del cielo, secondo che l'atmosfera è nebbiosa o più o meno trasparente. Fu misurato in diversi luoghi ed in diverse epoche, il diametro apparente degli aloni, e sempre si trovò formare nell'occhio dell'osservatore un angolo di gradi 45 o 46.

Intorno alla luna l'alone è semplicemente formato da un cerchio

luminoso bianco, senza colori distinti, eccetto un rosso pallido che orla alcune volte l'interno di questo cerchio. — Ma intorno al sole, i colori, senza esser sì vivi quanto quelli dell'arcobaleno, sono in generale assai distinti: il rosso è al di dentro, e limita bruscamente l'area dell'alone; il turchino e il violetto sono di fuori, e la loro tinta, sempre assai vaga, confondesi col colore del cielo. In alcune circostanze, si osserva un secondo alone molto più grande del primo, ma concentrico con esso; il suo diametro sembra essere in generale di circa 90 gradi; i suoi colori sono pallidissimi, ed il suo splendore totale è assai minore di quello dell'alone interno. . .

Anche questi fenomeni sono dovuti allo stato igrometrico della nostra atmosfera: ma la condizione necessaria perchè si producano, è la presenza di particelle gelate nelle alte regioni di lei: e sembrano effetto di diffrazioni, e pare che la luce sia refratta dagli specchi di ghiaccio o di neve che galleggiano nell'aere: quella che costituisce gli aloni interni avrebbe traversato faccie inclinate di 60 gradi, e quella dei grandi aloni, faccie inclinate di gradi 90. Parrebbe tuttavia, che la presenza di particelle gelate nell'aere, non fosse sempre necessaria per la produzione degli aloni; poichè i cerchi coloriti intorno alla luna sono molto più rari nei paesi del Settentrione, che in Provenza, in Italia, in Spagna; e si vedono specialmente (e questo fatto è assai notevole) quando il cielo è puro e quando il tempo sereno sembra più costante.

Sotto la zona torrida, si presentano bei colori prismatici quasi tutte le notti, anche nell'epoca di grandi siccità: sovente, nello spazio di pochi minuti, scompaiono varie volte, senza dubbio perchè correnti superiori cambiano lo stato dei vapori leggeri nei quali la luce si rifrange. Il celebre Humboldt ha pure osservato nei paesi compresi fra il 15.^{mo} grado di latitudine e l'equatore, piccoli aloni intorno a Venere, nei quali si distingueva il color porpora, l'arancione e il violetto; ma non ne ha mai veduti attorno alle stelle Sirio, Canopo od Achemar. — Al Messico, in tempo eminentemente sereno, lo stesso osservatore ha vedute in cielo larghe striscie, vestite di tutti i colori dell'iride, convergere verso il disco lunare; meteora curiosa, che rammenta quella descritta dal Costes nel 1816, e che par l'effetto di cause in tutto differenti da quelle che producono gli aloni. . .

Ora diciamo dei *pareli* o *falsi soli*.

Questo fenomeno, assai raro nei nostri climi, consisté nell'apparizione simultanea di vari soli, che non sono che l'immagine del vero.

Il Lahire osservò a Parigi due pareli nel 1689, e uno nel 1692. Il Casini ve ne osservò due nel 1693; ed il Maraldi vari nel 1721. Il Gray ed il Halley hanno veduto in Inghilterra diversi pareli. Lo Schecnerus ne osservò a Roma, che presentarono fenomeni assai curiosi per eccitare la sagacità del Cartesio e dell'Eugenio. L'Evelio notò a Danzica, nel 1661, il sole accompagnato da sei immagini solari, spettacolo che lo colse d'ammirazione e di sorpresa. Il Patrin ha osservato in Siberia vari pareli, onde uno gli presentò l'aspetto dell'astro del giorno accompagnato da due immagini, ciascuna delle quali terminata da un cono di luce la cui base andava a finire al sole. . .

Queste immagini si mostrano sempre sull'orizzonte all'istessa altezza del vero sole, e sono sempre unite le une alle altre per un cerchio bianco parallelo all'orizzonte, il polo del quale è allo zenith. Questo cerchio monta e scende sull'orizzonte nel tempo stesso che il vero sole, ed il suo semidiametro apparente è sempre uguale alla distanza da quest'astro allo zenith. Le immagini del sole, che compariscono su questo cerchio dalla stessa parte del sole vero, presentano il colore dell'arco baleno, e qualche volta il cerchio stesso è colorato nella parte che le avvicina. Al contrario, le immagini che si formano dal lato del cerchio opposto al sole, sono sempre incolore; dal che può conghietturarsi, ch'esse vengano prodotte per *riflessione* mentre le altre lo sieno per *rifrazione*. Oltredichè, quando questi fenomeni produconsi, mirasi ordinariamente intorno al sole una o più *corone* circolari concentriche, che offrono i colori dell'iride; e finalmente vedesi alcuna volta nascere su queste corone medesime, ovvero su diversi punti del cerchio, altri lineamenti di archi simili, ed anche interi circoli. L'apparizione di questa meteora più completa che si conosca, è quella che abbiamo di sopra citata, vista dall'Evelio a Danzica, il 20 febbraio 1661.

I pareli sembrano sempre grandi quanto il sole onde sono l'immagine; ma la loro figura non è così esattamente rotonda, nè il loro splendore è come quello del sole. Il loro contorno esteriore

presenta gli stessi colori dell'arcobaleno; diversi pareli paiono terminarsi per una lunga coda onde lo splendore è men vivo di quello del corpo del parelio propriamente detto; i pareli sono sovente accompagnati da cerchi onde alcuni son bianchi, mentre altri si mostrano coi colori dell'iride, e questi cerchi differiscono sovente pel numero; diversi hanno il sole nel loro centro, son coloriti ed il loro diametro varia da 45 fino a 90 gradi. Il piano di questi archi è perpendicolare ad una linea retta che si prolunga dall'occhio dello spettatore al centro del sole, dal che resulta, che la loro posizione differisce secondo la differente elevazione dell'astro del giorno sopra all'orizzonte. — Più la luce del sole è debole, più i colori di questi cerchi sono vivaci.

Nel fenomeno dei pareli, alcuna volta si osservano ancora altri cerchi paralleli all'orizzonte: uno fra essi che è ordinariamente bianco, e che ha secondo l'Evelio, un diametro di 150 gradi, racchiude tutte le immagini del sole. Il suo centro è lo zenith dello spettatore. . .

Del resto, l'ordine delle tinte nei cerchi coloriti, è lo stesso che nell'arco baleno; ma il color rosso è nell'interno, dalla parte del sole.

Lo stesso fenomeno si osserva relativamente alla luna, e si dà alle immagini di questo satellite il nome di *paraselene*.—Finalmente nei pareli vedesi qualche volta sul cerchio una macchia luminosa opposta al sole, la quale vien designata sotto il nome di *antheia*. . .

L'Evelio, l'Eugenio, il Mussembroeck, ec., hanno costantemente osservato, che all'epoca dell'apparizione dei pareli, il tempo non è mai perfettamente sereno; piccole nubi galleggiano qua e là nell'atmosfera, ed alterano considerevolmente la sua trasparenza.

I pareli si mostrano più sovente nel verno, quando soffia il vento di tramontana; e la durata della loro apparizione è ordinariamente di una, di due, di tre, oppure di quattro ore. Quando scompaiono cade per lo più la pioggia od anche la neve sotto forma di aghi.

Siam debitori della spiegazione di questo fenomeno all'Eugenio, la quale, sebbene sia complicatissima, è sempre la più verosimile di quante altre ipotesi furono intorno ad esso immaginate.

L'Eugenio è di parere, che questo fenomeno sia prodotto dalle modificazioni che fan provare alla luce un'infinità di piccoli cilin-

dri di ghiaccio sparsi nelle alte regioni dell'atmosfera. Ma bisogna ancora supporre questi cilindri formati di una parte esteriore trasparente e di un nocciolo cilindrico opaco; poichè allora, per una refrazione laterale operata perpendicolarmente al loro asse, ponno produrre un effetto analogo a quello dei globetti di acqua gelata nelle corone, e con più splendore ancora, a causa della forma allungata di essi o del paralelismo della loro disposizione; d'onde resulteranno le apparenze de'soli coloriti. Finalmente, se si suppone, come è verisimile, che le due estremità di questi cilindri sieno ritondate, allora denno prodursi per esse, gli effetti resultanti dalla sfericità, e da ciò potranno nascere le corone colorite concentriche al sole vero.

Dalla necessità di ammettere la presenza di cristalli o di cilindri gelati nella parte superiore dell'atmosfera, è evidente, che gli aloni, i pareli e le paraselene devono manifestarsi assai più frequentemente nelle regioni circumpolari che sotto il cielo dei nostri climi temperati. . .

Ora diremo di un fenomeno, che piuttostochè opera della semplice natura, sembra l'effetto di arte d'incanto. Da molto tempo i marinari aveano avvertito, che talora i vascelli e gli oggetti che sono sui campi del mare, guardati da lontano ed all'orizzonte, presentano due imagini, l'una diritta, l'altra obliqua o rovesciata; e questa simile affatto alla prima e non di rado eguale, ma alquanto alterata nei contorni. — Questo fenomeno, analogo a quello dello specchio, benchè il corpo riflettore che lo produce sia invisibile, è stato per simiglianza dai Francesi chiamato *miraggio*, e pel meraviglioso che ha fu dagli Italiani, specialmente dai Calabresi e dai Siciliani gente piena di fantasia, detto *fatamorgana*.

Molti hanno indagato intorno alla origine di quest'ultimo nome, e chi lo ha fatto derivare dal greco, chi dal tedesco, chi dall'ebraico: il Ruffo però ha data all'uopo recentemente una interpretazione, la quale, se non sarà vera, è certamente semplice; però vogliamo riferirla.

» Il dotto e l'insipiente, forniti a un modo dell'istinto della perfettibilità, s'ingegnano penetrare le riposte cagioni delle cose. Il filosofo studia la natura e ne sorprende i segreti, o modesto accusa la propria ignoranza; l'idiota ricorre di repente alle virtù soprannaturali, e spiega a suo bell'agio i fenomeni inusitati e mirabili.

Quindi i nostri padri, digiuni di fisica e superstiziosi, avranno attribuito ad una maestra delle arti diaboliche quel giuoco della luce; e poichè il supposto incantesimo vince qualunque altro in eccellenza, lo avranno creduto opera della Morgana, tenuta, tra le streghe, regina. L' Ariosto fa sorelle la Morgana e l' Alcina:

Con la fata Morgana Alcina nacque,

Io non so dir se a un parto, dopo o innanti.

» Toccando poi delle fate in generale dirò, che i nostri loschi antenati le riguardavano come una specie di genii risedenti in terra, i quali impiegavansi in azioni maravigliose, ora buone ed ora malvagie. La loro origine viene dall' oriente; e sembra, che i Persiani e gli Arabi ne sieno gl' inventori, riboccando la loro storia e religione di fate e di dragoni. Gli Arabi le appellano *gin*, e pretendono che una provincia sia il loro particolare soggiorno, la quale ha nome *Ginnistan*. L' allegoria, giusta la bella espressione del Trissot, è la figura universale di cui si serve il genere umano. Onde le fate, in conformità degli uomini che stanno sotto lo scettro de' re, ebbero le loro regine, e la Morgana fra quelle, l' Alcina del Ferrarese Omero, l' Armida dell' epico Italiano, la Gloriana dallo Spencer, ec. ».

Il progresso delle cognizioni, e più di ogni altra cosa i viaggi, han dimostrato, che la sorprendente meteora della *fatamorgana*, or si manifesta sovr' aridi terreni, ora tra le acque e l' aria, ed ora totalmente nell' aria; noi brevemente descriveremo queste strane apparenze, e ne diremo le cagioni secondo le idee dei moderni naturalisti.

E prima diremo della *fatamorgana terrestre*, o *miraggio* di Egitto, del Deserto e dei paesi caldi aridi e sabbiosi.

Alla produzione del fenomeno debbono contribuire diverse circostanze, che secondo il Monge, sono le seguenti: — 1.^o una pianura molto estesa, che comprenda ne' suoi limiti l' orizzonte sensibile, e sia presso a poco senza disuguaglianze: — 2.^o la sua esposizione al sole tale da renderla capace di acquistare un alto grado di calorico.

Queste circostanze concorrono nel suolo del Basso Egitto: è desso una vasta pianura, sulla quale si spandono le acque del Nilo in tempo dell' inondazione: sulle sponde del fiume, e sino ad una gran distanza verso i deserti, tanto da oriente che da occidente,

si scorgono di tratto in tratto delle piccole eminenze sulle quali vi sono degli edifizî e dei villaggi: sorgendo il sole, questi oggetti si distinguono attraverso di un'aria tranquilla e trasparente con una perfetta nettezza, e l'osservatore trovasi allora circondato da un vasto orizzonte che nulla ha di monotono ad onta della sua uniformità: quando poi l'aria comincia ad acquistare l'abituale temperatura del giorno, si eccita in essa una specie di tremolio ondulatorio sensibilissimo all'occhio, onde tutti gli oggetti lontani presentano delle immagini mal terminate, che sembrano rompersi e ricomporsi ad ogni istante: giunta finalmente l'atmosfera a partecipare dell'alto calorico della terra, quella estensione che dapprima offriva da ogni parte il tetro aspetto di un suolo arido fino ad una certa distanza, sembra terminata per circa una lega da una inondazione generale. I villaggi, l'eminenze, e tutti gli oggetti un poco elevati che sono d'intorno, sembrano altrettante isole situate nel mezzo del gran lago, e cessa quindi di vedersi il suolo sul quale hanno la base; al di sotto di ciascun di tali oggetti vedesi la rispettiva immagine rovesciata, tal quale si vedrebbe su di una superficie d'acqua riflettente situata in avanti. Essendo questa immagine lontana, le minute particolarità sfuggono alla vista, e non si rileva con distinzione che l'insieme: i bordi dell'immagine rovesciata sono alquanto incerti, quali si vedrebbero se l'acqua sottoposta soffrisse una leggiera agitazione. L'aspetto del cielo concorre a completare questa magica illusione, poichè lo si osserva qual si vedrebbe su di un'acqua tranquilla. A misura che l'osservatore si approssima ad un villaggio situato nell'apparente inondazione, il bordo dell'acqua retrocede, il lago si allontana, e si scuopre il suolo ardente nello stesso luogo ove appariva un immenso deposito di acqua; e mentre il fenomeno cessa per questo villaggio, si riproduce per un altro che si scuopre al di là. — I viaggiatori, che dopo un lungo e penoso tragitto sur un aridissimo terreno scorgono il fenomeno, credono non lontano il momento di estinguere la sete che li consuma; ma ne restano ben presto disingannati, allorchè a misura che si affrettano di giungere all'oggetto delle loro speranze, se lo veggono fuggir d'innanzi, e con pena s'accorgono di correr dietro ad un fantasma.

Questo fenomeno, che fu più volte osservato dall'esercito fran-

cese nella spedizione di Egitto, era per i soldati uno spettacolo per quanto nuovo altrettanto crudele: stancati da marce forzate sotto la sferza di un sole ardentissimo, in un'aria pregna di sabbia, correvano verso la sponda per dissetarsi; ma pagavano a caro prezzo quei pochi istanti di grata illusione. Il Monge, che faceva parte di quel corpo di prodi, ne scoprì sul punto la causa, ne sviluppò tutte le circostanze, ed in mezzo ai sanguinosi tumulti della guerra, raccolse i frutti delle placide osservazioni scientifiche. . .

Il Biot, il Matieu, han fatto delle simili osservazioni a Dunkerque, in una spiaggia sabbiosa, sulle sponde del mare, situata nelle Dune presso il forte Risban: gli oggetti lontanissimi, come campanili, alberi, capanne, che si elevano come tanti segnali su quella arida spiaggia, presentavano quasi in ogni giorno in modo assai sensibile, il raddoppiamento ed il rovesciamento delle immagini, lungo una visuale inclinata all'orizzonte. . .

Più noto è il *miraggio acqueo*, o la *fatamorgana* del *Faro di Messina*, e di altri paraggi di mare.

Quando la tersa superficie del mare non è alterata dalle maree o dai venti, ed il sole nascente trovasi tanto elevato da spiccare i suoi raggi sotto l'incidenza di circa 45 gradi, tutti quelli che si trovano in riva del bacino di Reggio, ed in preferenza nei siti elevati, veggono in quelle acque una magica rappresentanza, come in un *teatro catottrico*: una serie innumerevole di pilastri, colonne, archi, castelli, grandiose torri, fronzuti ed annosi alberi, vasti campi, eserciti di armati a piedi ed a cavallo, greggi, ed altre bizzarre immagini dipinte coi loro propri colori, in vari atteggiamenti e succedentisi le une alle altre, costituiscono l'inesprimibile e sorprendente fenomeno del *fata morgana*!

Per darne una idea più adeguata, riferiremo la descrizione fatta dall'Angelucci, in una lettera da lui diretta a Leone Sanzio, di quella osservata nel dì 14 agosto 1643. — » La mattina. . . vidi cose tanto e tanto nuove, che di ripensarle non sono mai sazio e stanco. . . Il mare che bagna la Sicilia si gonfiò e diventò per dieci miglia circa di lunghezza come una spina di montagna nera, e questo della Calabria spianò e comparve in un momento un cristallo chiarissimo e trasparente, che pareva uno specchio che colla cima appoggiasse su quella montagna di acqua e col piede al lido di Calabria.

In questo specchio comparve subito di color chiaroscuro una fila di più di diecimila pilastri di uguale larghezza ed altezza, tutti equidistanti, e di un medesimo vivissimo chiarore, come di una medesima ombratura. . .

In un momento poi i pilastri si smezzarono di altezza, e si arcurarono in forma di cotesti acquadotti di Roma o delle costruzioni di Salomone; e restò semplice specchio il resto dell'acqua, fino all'acqua ammontata in Sicilia, ma per poco, che tosto sopra l'arcata si formò un gran cornicione. Fra poco sopra del cornicione si formarono castelli reali in quantità, disposti in quella vastissima piazza di vetro, e tutti di una forma e lavoro; fra poco detti castelli rimasero quantità di torri tutte eguali; fra poco le torri si cambiarono in teatro di colonnate; fra poco il colonnato si estese, e fecene una doppia fuga; fra poco la fuga de' colonnati diventò larghissima facciata di finestre in dieci fila; della facciata si fece varietà di selve di pini e cipressi uguali, e d'arbori. Questa è quella fatamorgana, che ventisei anni ho stimato inverisimile, ed ora ho visto vera e più bella di quel che mi si dipinse. Or credo, che sia vero che soglia comparire in vari colori volanti: più vivi e belli di questi, non ha l'arte e la natura permanente ». — Di fatti, talora le immagini della sorprendente meteora appaiono circoscritte di luce iridata; ma perchè questo accada, occorre che nell'aria sia sospesa tanta copia di vapori capace di scomporre la luce. . .

Il dottor Vince ha pubblicate molte osservazioni da lui fatte intorno a questo fenomeno in Ramsgate, a 70 piedi circa sul livello del mare. Fra le altre merita di esser menzionata la seguente: — mentre la sera dell'agosto del 1806 ei guardava il mare col cannocchiale, vide un vascello, il quale presentava nelle acque, la propria immagine, ma rovesciata in modo che la carena di questa coincideva con quella dell'oggetto reale.

Il capitano Scoresby, ne' suoi rinomati viaggi, ebbe occasione di osservare molti fenomeni analoghi a questo nei mari della Groenlandia, fenomeni che colà si mostrano sotto le più svariate e fantastiche apparenze, quando il sole riscalda lo strato d'aria che poggia sul mare o sul suolo più di quelli che sono a qualche piede di altezza. . .

Il *miraggio acqueo-aereo*, non è che una modificazione del precedente fenomeno.

Qualora alle cause della produzione del miraggio acqueo si aggiunga un'aria vaporosa e non turbata dai venti, allora i Reggiani veggono lungo il canale di Messina, nello stesso tempo in quelle acque e nella soprapposta atmosfera fino all'altezza di circa trenta palmi, la magica scena di una fatamorgana di nuovo genere, ma di tinte più sbiadite e di men precisi contorni. — Il Ribaud s'imbattè in questa specie di miraggio, che così descrive:

» Verso la metà di luglio del 1809, fui avvisato, che il mare esalava molti vapori, e che da terra usciva una densa nebbia, e che forse andrebbe a formarsi la *fatamorgana*. Tosto corsi a Villa San Giovanni, e poi alla Catona; ma il sospetto non verificossi in quel giorno. — L'indomani mi imbarcai poco dopo lo spuntare dell'aurora, e siccome i marinari mi assicuravano, che per ragione della calma e del gran calorico che si osservavano nelle acque del mare, la *morgana* si sarebbe formata dopo la levata del sole, io mi posi in viaggio, facendo vogare due soli remi per ben meditare il principio e l'andamento del fenomeno. — Arrivati alla Catona, il sole incominciava ad illuminare il canale, e si vedeva esalare dal mare un vapore che diveniva copioso a misura che il sole s'innalzava. Pensai di non più muovermi da questo paraggio, e fissamente mi posi a guardare il mare. — Il sole era già bastantemente alzato, e l'esalazione continuava, e i vapori condensavansi vieppiù, rifrangendo i raggi della luce del sole. Dal sito in cui ero più non iscorgevasi la costa di Messina, nè l'interno delle sue montagne, perchè questo vapore lucido si era uguagliato e confuso col colore del cielo, che allora mostravasi cenericcio, in maniera che faceva confondere l'idea e vacillare la vista. — Dopo queste strane combinazioni, il mare ed il vapore divennero perfettamente chiari ed indi cristallini, simili a quelle grandi vedute che si rappresentano col fuoco di Bengala nei grandi teatri di Europa. Il padrone della barca mi consigliò di scendere a terra, e montare su di una eminenza ch' esisteva poco distante dalla spiaggia. — Vi salii infatti. Nel primo momento vidi in questo specchio marittimo, diviso in varie facce quante erano i lunghi solchi delle onde, vidi, dico, molti oggetti in confuso senza poterne distinguere alcuno: ma mentre io guardava a dritta, uno dei marinari mi avvertì che a sinistra, in una certa distanza, si vedevano molti palagi. Io vi portai lo sguardo, e vidi bentosto non

solo i palagi indicati, ma molte altre fabbriche in forma di torri o campanili, di colore chiaro-oscuro, ripetendosi di tratto in tratto in tutte quelle fila di specchi, che, come dicemmo, presentavano le placide variate onde del mare mosse verso Sicilia. Nel medesimo momento, guardando più a sinistra, scoprii altri campanili ed altre case intersecate da alberi, da muri, da archi e da altri oggetti, che non si potevano ben distinguere: queste immagini si ripeteano di distanza in distanza a misura che l'occhio si dirigeva verso Sicilia. — Ma mentre io stava a guardare siffatti oggetti, la scena cambiò: una parte di essi si dileguò, un'altra abbassossi, ed un'altra si vide allungare. Guardando a diritta vedevansi molti bastimenti che parevano comporre una grande armata, o un numeroso convoglio, come se fossero stati in mezzo di una città e di una foresta, perchè all'intorno di essi scorgevasi una quantità di alberi, di case, di campanili e di torri. Questi navigli erano sicuramente la imagine di quelli ancorati nella rada di Messina impressa negli specchi che il mare presentava, poichè niun legno era nel Faro, nè ancorato nei porti della Calabria. Siffatte immagini miravansi ripetute in varie linee, e formavano il più bello spettacolo. — In questo momento, un'aura di vento passando sul mare increspò la sua superficie, e condusse seco il vapore e tutti gl'incantesimi di Circe. Tutto disparve come al cader di un sipario, e nuovamente presentossi allo sguardo il pittorico aspetto delle belle coste della Sicilia. — Il fenomeno avea durato circa un quarto d'ora » . . .

Il Ruffo ebbe la ventura di mirare sul lago di Averno, nei dintorni di Pozzuoli, l'ultimo giorno di marzo del 1832, una consimile maravigliosa apparizione, ch'egli così descrive:

» Il sole erasi poco dilungato dall'orizzonte, e ben quattro ore e mezzo restavangli a toccare il cerchio di meriggio, quando io scalpitava le arene del Cannito: . . . ma quale fu la maraviglia non più trovando il lago là dove dovea pur essere! . . .

» Che addivennero adunque le prische ed immobili acque dell'Averno? Elleno si erano trasmutate in prati di fresca verdura, in alberi belli e diritti, in colline dolcemente chinate; e tutto ciò notante in leggiera nube di minuta polvere di argento. Null'aura intanto spirava nella bassa regione del lago, mentre al contrario nella superna gruppi di nuvoloni moveansi in giro, ora tignendosi di

bianco, ed ora di colore fuliginoso, con istantaneo cambiamento e leggiadrissimo contrapposto. Immoto io contemplava la visione, temendo che si dileguasse; ma la Fata erasi, per così dire, addormenta sul lago. Sbramata quindi una mezz'ora all'incirca la curiosa mia voglia, mi diedi a conoscere ne' particolari lo stupendo fenomeno. Mi accostai quasi a toccar con mano il lago; e repente la parte a me più propinqua si disascosc in lunga striscia, che l'occidentale ripa congiungeva all'altra di levante. Lucida e spianata era l'onda come terso specchio, e poichè nella parte successiva durava il magico rappresentamento, ed alcuna che di confuso si frapponeva tra i limiti del vero e dell'ingannevole, ponte pareami quella striscia di massiccio argento, sospeso arditamente sull'abisso: ponte degno della maestà della Natura, ove riflessi si effigiavano al vivo, quantunque volti a ritroso, i venerandi ruderi del tempio di Apollo, i vicini poggi, ed il lontanissimo romitorio sopra il Monte Santangelo. Volevasi un altro esperimento, nè lo trasandai. Mossi da mezzodi a settentrione, tenendo la via occidentale del lago, e l'apparizione svanì, come legge naturale chiedeva, da che i miei occhi s'incontrarono negli abbaglianti raggi del sole. Sì che mi dipartii dall'incantato luogo, quale uomo che dabitì se vide decto o sognando »...

Debbonsi riferire a queste specie di meteore le illusioni per lungo tempo durate sulla esistenza di isole e terre nell'Oceano, che poi i naviganti non hanno trovate: elleno tennero per grandezza gli Svedesi nella superstiziosa credenza della esistenza di un'isola magica fra le coste di Uplandia e le isole di Alandia; e gli Spagnuoli ed i Portoghesi, nella opinione, che esistessero estese terre nel mezzo dell'Atlantico a ponente delle Azore e delle Fortunate. Imagini d'isole di tempo in tempo appaiono infatti e dispariscono in quei mari ed altrove, ma fu scoperto che desse non sono che il riflesso di scogli e terre lontane, modificato da particolari circostanze. . .

Diciamo finalmente del *miraggio aereo*.

Questa meteora si è presentata talvolta in un modo singolare, ed è che gli oggetti lontani sono sembrati sospesi nell'aria: la loro immagine quasi sempre manifestossi semplice, e neppure in apparenza non mirossi accompagnata da nessun riflesso o immagine rovesciata.

Questo fenomeno fu denominato per maggior esattezza *sospen-*

sione. Il Biot ha però dimostrato, che in questa circostanza esiste anche la seconda immagine rovesciata, che, per essere sommamente impiccolita, non si vede e solamente scorgesi la immagine diritta, la quale distaccasi dalla rovesciata. — Ecco alcuni esempi di questa meteora :

Il Vince, che abitò per gran tempo in Ramsgate, assicurava, che quando in un giorno sereno si guarda dal lato di Douvres, scorgonsi le torri e spesso tutto il castello di questa città, sebbene realmente rimanga occultato da una collina, la di cui cresta è discosta da Ramsgate circa dodici miglia, e la metà di questa distanza è occupata dalle acque marine: nulladimeno, fu visto qualche volta tanto distintamente dal Vince, come se fosse stato tutto di un pezzo trasportato sulla collina predetta.

Tra le molte altre osservazioni eseguite dalla stesso fisico nell' accennato luogo, guardando particolarmente sul mare con un buon telescopio i vascelli che si avvicinavano o si allontanavano da Ramsgate, merita di essere riferita la seguente: — un giorno scopri un vascello che era precisamente all'orizzonte, e che nettamente si distingueva; ma nel tempo stesso vide l'immagine rovesciata di esso, regolarissima, e disposta verticalmente sopra di lui, talchè la cima dell'albero vero, e quella dell'albero dell'immagine, concidevano fra loro.

Il Soret e il Jurine, nel settembre del 1818 a ore 10 del mattino osservarono sul lago di Ginevra simile notevole fenomeno.

Ed anche i Reggiani hanno spesso osservato l'opposta Sicilia e Messina coi fabbricati, colle fortezze, le ville, e i navigli, talmente avvicinate alla spiaggia di Reggio, che distintamente vedeano le sentinelle sui baluardi, le carrozze, i cavalieri moventisi lungo le strade, non che gli altri più minuti oggetti. . .

Tali sono i fenomeni del miraggio: ora eccone la spiegazione.

Gli antichi tacquero sul sorprendente fenomeno del miraggio di Egitto, perchè non ebbero di esso alcuna conoscenza; ma appena che i moderni ne furono colpiti, si diedero tutta la cura di addurne le ragioni, e lo fecero secondo lo stato della scienza. Fra essi, il Monge che fu il primo testimonio del sorprendente fenomeno, è stato il primo eziandio a darne la spiegazione; e l'ha data in modo, che nulla ha lasciato agli altri da aggiungere o modificare.

Per intendere questa spiegazione fa d'uopo rammentarsi, che quando la luce passa da un mezzo più denso in un altro meno denso, sotto un angolo d'incidenza sempre decrescente, vi è un termine, in cui la rifrazione si cambia in riflessione; il che succede quando l'angolo di rifrazione essendo retto, la direzione del raggio rifratto coincide colla superficie del contatto de' due mezzi; talchè, al di là di questo termine lo stesso raggio si rialza di sopra a questa superficie, facendo con essa l'angolo di riflessione uguale a quello d'incidenza. Ora, tutto questo processo il Monge adopera alla spiegazione del fenomeno del *miraggio terrestre*, ragionando così.

Verso la metà del giorno, nel maggiore ardore del sole, quando cioè i raggi di questo astro cadono sulla superficie del suolo; teatro del fenomeno, efficaci in modo da riscaldarlo convenevolmente, lo strato atmosferico che posa sovr'esso, presto acquista una temperatura elevatissima: per l'azione del calorico dilatandosi quindi l'aria che lo compone, la densità della medesima diventa minore di quella dell'altro strato al primo sovrapposto; ed essendo gli strati atmosferici riscaldati dal suolo tanto meno per quanto ne sono più lontani, fino a certa altezza, esistono quindi più strati, onde la densità varia insensibilmente ed in ragione inversa del potere dilatante; — cioè gli strati inferiori dell'aria hanno, come l'esperienza ha provato, una densità crescente a misura che sono più distanti dalla terra,— a certa altezza questa densità diventa per gradi costante,— in seguito decresce secondo le leggi ordinarie della costituzione abituale dell'atmosfera.

Premesso questo, rappresentiamoci per una linea la superficie orizzontale del suolo altamente riscaldato, e supponiamo situato a certa altezza, nello strato di media densità, l'occhio di un osservatore che guarda un oggetto lontano situato nello stesso strato; è facile dimostrare ch'ei lo vedrà in due modi, dritto e inverso: poichè dei raggi che partono dall'oggetto lontano surriferito, altri giungeranno all'occhio nella direzione vera e più breve, e dessi faranno che lo spettatore veda l'oggetto in posizione diretta; e sol perchè la densità dell'aria interposta fra l'occhio e l'oggetto non è perfettamente uniforme questi raggi non percorrendo un sentiero assolutamente retto, soffriranno lievissime inflessioni, e i contorni della immagine

risulteranno leggermente irregolari: ma gli oggetti, i corpi, emettono raggi in tutti i sensi; però, quelli che emanati dall'oggetto per noi considerato, seguono il cammino verso la superficie del suolo, riflessi da quella parte all'occhio debbono cagionarvi necessariamente l'impressione dell'immagine dell'oggetto rovesciata. Infatti, passando quei raggi obliquamente da strati più densi in strati meno densi, cioè da un mezzo più rifrangente in un altro che lo è meno, devono rifrangersi allontanandosi dalla normale, e prendere una direzione che più si approssima alla orizzontale; lo che ripetesi nel passare che fanno negli altri successivi strati: così, crescendo incessantemente l'obliquità, si giunge ad un termine, in cui il raggio non può passare dal mezzo rifrangente in cui trovasi in quello meno rifrangente a cui si presenta; attratto allora dalla maggiore densità dello strato superiore, sarà forzato a riflettersi, e continuando il suo cammino giugne all'occhio dello spettatore, che vedrà l'immagine dell'oggetto nel prolungamento del raggio ad esso incidente, ed in una posizione quasi simmetrica riguardo al piano del suolo sul quale avviene la riflessione. Lo spezzamento del raggio nel passaggio per ciascun mezzo, avvenendo nel suo cammino per gradi insensibili attesa la graduale variazione di densità dell'aria, per gradi insensibili deve eziandio il raggio deviare; onde il sentiero da esso percorso dev'essere indicato da una linea curva e non da una serie di rette spezzate.

Vuoi tu un esempio anche più evidente di quello che succede in tal caso? Prendi un vaso di fiori od un oggetto verticalmente posto qualunque; appoggia ad esso, in basso e nel davanti, uno specchio, in modo, che faccia col suolo un angolo di 45 gradi; poniti quindi ad opportuna distanza, e guarda: — vedrai contemporaneamente due oggetti, il vero, dritto; l'immagine di esso, rovesciata. Se non che, nel *miraggio terrestre* ciò che fa lo specchio è operato da una successione di strati d'aria di varia densità, nei quali succede per gradi insensibili la rifrazione dei raggi finchè diventa riflessione.

Se in tal caso, nulla avverta l'osservatore dell'illusione a cui va soggetto, egli giudicherà i limiti dell'orizzonte più bassi e più vicini a sè, di quello che in realtà non sono; poichè l'immagine delle parti inferiori della volta del cielo vista per riflessione, avendo quasi la stessa chiarezza di quella che direttamente si vede, la prima

sembra un prolungamento di quest'ultima, la quale apparisce in figura arcuata colla concavità rivolta verso lo spettatore. Ma se poi qualche oggetto terrestre, come alberi, villaggi, monticelli, ec., servano come di norma per vedere le cose nel loro vero aspetto, poichè la superficie dell'acqua, quando il raggio visuale fa con essa un piccolo angolo, non è ordinariamente apparente che per l'immagine del cielo che essa riflette, la superficie dell'aria, la quale riproduce la stessa immagine, si trasforma agli occhi dello spettatore in quella di un'acqua riflettente: e i villaggi e gli alberi che sono ad una giusta distanza, intercettando una parte dei raggi provenienti dalle regioni basse del cielo, producono nella immagine di esso, che rende all'occhio la illusione di un lago, dei vuoti o delle interrazioni nella parte posteriore degli oggetti medesimi, illudendo l'occhio coll'apparenza di isolette; ma dalla parte anteriore, que' raggi, rifrangendosi nel preteso lago, vi pingono le immagini rovesciate degli stessi oggetti per la ragione precedentemente indicata, sempre più rendendo perfetta l'apparenza d'acqua. — E finchè conservansi costanti la densità e la spessezza dello strato aereo dilatato, nonchè la temperatura dello strato superiore, il fenomeno si manifesta sotto il più vago aspetto, cioè sembra fuggire innanzi allo spettatore che cammina; questi vede l'orlo della inondazione situato dalla sua parte, retrocedere continuamente con una velocità uguale alla sua, e quindi scorge aridissimi quei luoghi che prima comparivano bagnati; e se si avvanza presso qualche villaggio situato nello stesso spazio, in sulle prime gli parrà che il limite della inondazione progressivamente si avvicini al villaggio medesimo, indi lo tocchi, ed in ultimo l'oltrepassi. . .

Questa è la spiegazione matematica, ingegnosa ed evidente del *miraggio d'Egitto* esibita dal Monge: ma non mancarono fisici celebri, che istituirono diretti sperimenti per ripetere il meraviglioso fenomeno.

Il seguente esperimento fu addotto dal Pouillet per imitare in qualche modo lo stato di varia dilatazione dell'aere nei luoghi ove si manifesta il miraggio: sospese all'altezza dell'occhio una cassetta di ferro fuso, di circa 30 pollici di lunghezza sopra 6 od 8 pollici di larghezza ed altezza, riempita di carbone acceso; quindi guardò un oggetto alquanto lontano, per un raggio visuale radente la

parete laterale o la superiore della cassetta, e vide due immagini del detto oggetto: una diritta nella direzione del raggio diretto, e l'altra rovesciata nella direzione del raggio obliquo. Questa seconda immagine è analoga a quella del miraggio, ed è evidentemente prodotta dalla luce riflessa sugli strati caldi di aria prossimi alla parete della cassetta, e non già dalla riflessione che potrebbe aver luogo sulla parete della cassetta medesima. . .

Il Wollaston ha del pari immaginato un altro esperimento per produrre il miraggio in un liquido: in un piccolo vaso di cristallo di forma rotonda o quadrata, ha sovrapposto all'uopo con tutte le convenevoli precauzioni due liquidi d'inequale densità, e lentamente combinabili negli strati in contatto, come l'acqua e l'acido solforico, l'acqua e l'alcool, l'acqua ed il siroppo di zucchero concentrato, ec. ec.: quando l'unione si è ben prodotta parallelamente in uno strato di sufficiente spessezza, ha avvicinato l'occhio dirimpetto ad esso per guardare un piccolo oggetto posto sulla parete opposta, ed ha veduto di questo due immagini, una dritta e l'altra rovesciata. . .

Il Biot, dopo avere sparso gran lume sulla spiegazione matematica del fenomeno, ha con accurati esperimenti del pari provato, che non bisogna una notabile differenza di temperatura per prodursi queste apparenze; ma che bastano uno o due gradi del termometro centesimale quando l'osservazione può farsi sopra un suolo uguale ed esteso, che permetta ai raggi luminosi il prolungarsi senza ostacolo, e manifestare la curvatura della traiettoria che descrivono. . .

Del *miraggio acquoso*, e propriamente della *fatamorgana* di Calabria molti parlarono: — l'Angelucci, quantunque avesse scritto da entusiasta, pure fu il primo a dire che la morgana apparisce sulle acque come su d'uno specchio a più facce. Lo Scotto opinò, prodursi la morgana dalle immagini di quei luoghi effigiate nell'acqua spianata del Faro, elevata verso i lidi di Sicilia, ed increspata e variamente in più facce partita da un leggiero venticello. Il Campailla, nel suo *Adamo*, più da poeta che da filosofo, suppose la superficie delle acque ridotta dai venti a guisa di specchio poliedro, capace di moltiplicare le immagini degli oggetti. — Ma quello che da simil punto di vista fallace, più ingegnosamente però e chiaramente disse su questa meteora, fu il frate Antonio Minasi.

» Le acque del mare, sono sue parole, tra gl' intervalli dei flussi e dei riflussi si equilibrano e divengono tranquille: ed essendo più elevate nella metà del canale, e più basse verso i lidi, formano uno specchio inclinato incontro a Reggio. Tracciando il sole estivo le vie orientali, giunto al grado 45° di sua elevazione, ferisce obliquamente coi suoi raggi nel tempo stesso l'aspetto della città, le sue colline ed il curvo suo mare, e per le note leggi rappresenta in esso, come in uno specchio, gli oggetti presenti. Queste acque intanto non possono a luogo restare in tale stato, poichè le prime onde dei riflussi antimeridiani entrando lentamente per le larghe imboccature del Faro, insensibilmente le perturbano, elevandole in un luogo ed abbassandole in un altro, e così man mano tutta la loro superficie acquista l'aspetto di uno specchio poliedro, ossia di più facce. Durando dunque il sole nella convenevole elevazione, le immagini dei cennati oggetti debbonsi naturalmente moltiplicare in ragione dei piani riflettenti opacati dal fondo nero del mare istesso. Succedendo alle prime le seconde acque dei riflussi, queste in nuova foggia compartiscono la superficie del lucido cratere; e le acque ondeggiando ed increspandosi lievemente, debbono riflettere e moltiplicare gli uni dopo gli altri tutti quegli oggetti, sotto cui successivamente scorrono, ed in modo assai più bizzarro e sorprendente ».

Questa spiegazione ebbe tutta l'aria di probabilità, per non dire di certezza, finchè il Monge non sviluppò le sue idee, perfettamente conformi alla natura del fatto ed ai principj della scienza: egli, dalla spiegazione del *miraggio terrestre*, facilmente dedusse quella dell'acqueo, poichè, quantunque la causa ne sia diversa, pure agisce nello stesso modo.

L'acqua del mare, permettendo ai raggi solari di penetrare nel suo interno fino ad una certa profondità, non mai può giungere a quel grado di temperatura, a cui giunge un arido terreno, esposto alle stesse cagioni riscaldanti. Questa dose di calorico contenuta nell'acqua, benchè non molto considerabile, basta però a convertire incessantemente in vapore lo strato della superficie, la di cui formazione cospira ad aumentare l'indicata differenza di calore. Da ciò derivano due conseguenze: — 1.^o la superficie del mare non può comunicare allo strato di aria immediatamente superiore che

una bassa temperatura; ma a questo supplisce l'evaporazione; — 2.^o il vapore, che svolgesi dal mare, s'immedesima colla soprapposta atmosfera, e ne diminuisce la gravità specifica. Per le indicate cagioni, questo strato di aria divien capace di riflettere i raggi luminosi sotto l'angolo richiesto per la produzione del fenomeno; quindi è, che la *morgana acquosa* differisce dal *miraggio terrestre*, perchè in questo la diminuzione di gravità specifica sofferta dall'aria dipende dallo sforzo che fa immediatamente il calorico del suolo per la sua elasticità onde allontanare le molecole di quest'aria, mentre nella prima questa diminuzione di densità risulta dall'azione combinata del calorico e del vapore acqueo. . .

Per la spiegazione del *miraggio acquoso-aereo*, il Minasi antedetto, ragionando con sano criterio tutte le circostanze che debbono concorrere a produrlo, osserva: — « dovere il sole che nasce splendere in un punto; — l'incidente suo raggio formare su quel mare l'angolo di 45 gradi; — regnare la calda stagione; — la calma nei venti e le maree non turbare la tersa e spianata superficie dell'acqua; — finalmente, trovarsi l'osservatore avverso al sole ».

Ed in altro luogo prosegue: — « se però si aggiunga alle circostanze testè riferite per la *morgana marina*, quella di un'aria molto vaporosa, la quale non sia stata anteriormente dai venti dispersa, o dalle maree furiosamente agitata, o dal sole interamente rarefatta; allora in essa, come in una cortina per lo lungo del canale tesa all'altezza di circa 30 palmi e più dalla superficie del mare, osservansi a un tempo stesso le scene dei suddetti oggetti, non solo nella superficie del mare riflessi, ma benanche dell'aria ».

Altrove poi egli prova la sua tesi nel modo seguente: — « Sorgendo il sole dietro quelle colline, ecco che giunto in punto, giusta l'angolo della retta estiva ascensione, ferisce obliquamente tutto il profilo della città insieme coll'atmosfera di quel suo curvo cratere, e quindi in quell'aria addensata già dall'umidità della notte, dalle deretane colline di Messina pur opacata, di subito appaiono riflesses le immagini degli oggetti ».

Ed in altro paragrafo; « le prime acque del riflusso gonfiano ed in mille ineguali facce compartono l'inclinata superficie del Faro. Dunque da sì fatta lieve agitazione o primiero bilanciamento delle onde, producesi nella imminente e ad essa contigua pesante

atmosfera, un'altrettanta e forse più valida commozione; e per conseguenza divenendo l'aria di grado in grado più tremolante a proporzione che alle prime succedono le seconde acque del ricorrente riflusso, chi non vede che quel vaporoso volume di aria debba, fino all'altezza di 14 palmi Italiani e più, cambiare per lo lungo del Faro in mille specchietti il suo mobile aspetto e varia situazione? E chi non si persuade, che discorrendo insieme col marittimo l'aereo poliedro specchio, in tutte le varie, successive e moltiplicate facce, miransi in esse riflesse le immagini degli oggetti presenti, o di quelli che nel loro corso si parano davanti? »

Tutte queste fisiche riflessioni chiaramente dimostrano, che la *morgana acquoso-aerea* non può altrove manifestarsi adorna di tutti i particolari indicati nella descrizione datane, per le circostanze in essa indispensabili, come la giacitura e gli accidenti del luogo, e che è quindi esclusiva nel Faro di Messina. Però, sotto altre apparenze, ed alquanto modificata dalle circostanze locali, ella ancora altrove presentasi; quella infatti vista nel lago di Averno dal Ruffo, deesi a questa rapportarsi, quantunque l'osservatore la supponga esclusivamente aerea. . .

La *morgana aerea* finalmente, che tanta sorpresa e tanto spavento in ogni epoca eccitò nell'animo della gente ignorante e superstiziosa, ha prodotto nei naturalisti il desiderio di conoscerne la cagione; e l'hanno riconosciuta ne' vapori acquosi, i quali, modificando lo stato abituale dell'atmosfera, la rendono capace di riflettere la luce, e ripetere e modificare l'immagine dei corpi dai quali essa proviene.

L'Houel, nel descrivere la fatamorgana, senza attendere alla spiegazione del fenomeno ottico, cercò d'indagare il modo con cui si formi lo specchio aereo sul quale si rappresenta la meravigliosa visione.—Là dove è Cariddi, egli dice, da una roccia che è nel fondo del mare, s'innalza sulle acque un bitume che galleggia lungo il lido, confondesi colle onde, ed è trasportato dalle correnti che vanno ora a meriggio, ed ora a settentrione del Faro. In un sito della lingua di terra, che forma il porto di Messina, quel bitume si unisce alla sabbia ed alla ghiaia, riempie tutti i vuoti, e stringe sì fortemente le diverse parti fra loro, che forma una specie di breccia, colla quale si fanno pietre da molino. Quindi l'autore crede, che le

particelle più sottili del bitume si attenuino sulle acque, divengano volatili, s'innalzino nell'atmosfera e formino una specie di cristallo cagione di tante meraviglie. — Ma questa ipotesi, inserita nell'*Enciclopedia Metodica*, è inverisimile, e, per mancanza di osservazioni, improbabile. I fisici che han preferito i fatti e le loro giuste conseguenze alle immaginarie supposizioni, hanno avuto sempre unanime ricorso al potere dei vapori vescicolari.

Molte circostanze intanto richieggonsi per la produzione del *miraggio aereo*.

I.^o Dalla superficie dell'acqua, o dalle terre basse ed acquatrinose elevar devesi una nube di vapore *vescicolare* di uniforme densità.

II.^o I venti non debbono turbare siffatto vapore. — Queste due circostanze contribuiscono a rendere distinta e regolare l'immagine de' corpi; altrimenti, increspandosi la nube e risolvendosi in tanti piccoli strati di varie inclinazioni, le immagini si moltiplicano, e si deformano per la loro varia giacitura su di quelli.

III.^o Il vapore dev'essere circoscritto in modo da rimanerne sgombri gli oggetti e lo spettatore; poichè se il vapore investisse gli oggetti, questi non potrebbero trasmettere la loro sembianza sul piano della nube; e se ne fosse avvolto lo spettatore, l'occhio suo si troverebbe nel piano dell'immagine.

IV. Dominare deve la state o una calda primavera; poichè da aprile ad agosto l'atmosfera è pregna di vapori e la sua temperatura basta ad innalzarli fino dal sorgere del sole.

V. Il sole dev'essere asceso per breve parte del suo arco, onde potere spingere in su ugualmente e pian piano quel vapore che nella sera precipita per la diminuita temperatura dell'aria.

VI. L'occhio dello spettatore dev'essere nel punto della riflessione dei raggi incidenti o in quello del raggio refratto.

Nel concorso delle indicate circostanze la *morgana aerea* produceasi per riflessione o per rifrazione. Se la nube è folta, riflette la figura dei corpi situati a tergo dell'osservatore, la di cui visuale deve fare coll'immagine dell'oggetto un angolo di qualunque grado. Se al contrario egli dirige lo sguardo verso il sole, che illumina gli oggetti, l'intensità maggiore della diretta abbaglia ed annienta la luce più debole, cioè la riflessa. Se finalmente egli si trova nello

stesso cammino de' raggi incidenti, può scorgere soltanto le immagini di quelli che sono a dritta ed a manca.

Il Ribaud si avvide il primo della possibilità di prodursi la *morgana aerea* per rifrazione, ma non ne parlò con sufficiente chiarezza e precisione. Vi ha supplito però il più volte citato Ruffo.—» Ove la nube, egli dice, serri un vapore talmente dilatato da lasciar distinguere i corpi disposti dietro di se, ma in un piano alquanto più elevato di quello in cui giace il riguardatore, e questi sia al di lungi della nube medesima; in tal caso le immagini di alberi, città, monti ed infinite cose somiglievoli, si pingono sulla nuvola a foggia di quello che uno specchio vibra sopra tela diafana; nel caso poi che lo spettatore sia posto nel filo contrario, allora ei vede per virtù della rifrazione. Di qui ei li tiene a se più vicini di quello che veramente non sieno, e riportandoli sul prolungamento del raggio rifratto, se li rappresenta in un piano superiore: in entrambi i casi, però sempre verticalmente, la *fatamorgana* è dunque una rappresentazione di oggetti terrestri, cagionata dalla forza riflettente o rifrangente del vapore, il quale fa l'ufficio di specchio nel primo caso, e di un cristallo più o meno appannato nel secondo » . . .

Questo, del resto, ne pare sia bastante per farsi idea delle meteore prodotte dalla luce nella nostra atmosfera, e per comprendere le cagioni delle diverse e vaghe loro apparenze: avremmo forse potuto dirne di più, l'argomento essendo interessantissimo e dilettevole; ma in tal caso avremmo oltrepassati i confini segnati alla geografia naturale, ed invaso il dominio della fisica propriamente detta.

Il perchè facciam punto, e ci accingiamo nella Lezione futura a dire delle meteore cosmiche.

LEZIONE LIV.

METEORE COSMICHE

DEI GLOBI DI FUOCO O BOLIDI DELLE STELLE CADENTI E DELLE AEREOLITI.

Coll'epiteto di cosmiche, noi intendiamo indicare quelle meteore onde la origine nelle regioni del nostro pianeta è molto contestata, e che ogni dì più si sospettano generate fuori di lui, nello spazio in cui i globi obbedienti alle attrazioni solari eternamente girano: elleno non si manifestano alla vista pello splendore che hanno, altro che quando dallo spazio vengono al contatto dell'aria, nelle superne regioni della nostra atmosfera; ed è in queste solo senso, che, volendo, posson riguardarsi siccome produzioni dell'atmosfera medesima... Ma entriamo in materia.

Le meteore cosmiche manifestansi sotto tre aspetti e nature: di *globi di fuoco* o *bolidi*, di *stelle cadenti* o *filanti*, e di *aereoliti* o *pietre meteoriche*; ed in quest'ordine appunto noi le descriveremo.

È però da avvertire, che la scienza delle meteore cosmiche data da poco, perchè la fisica non ebbe i mezzi di bene osservarle, e non ne intese tutta l'importanza che assai tardi: fenomeni rapidi e non di tutti i giorni, sfuggirono agli occhi degli antichi naturalisti, o ne riferirono le appartenenze e gli effetti esagerati ed erronei, secondo le lor fantasie dedite al meraviglioso ed al poetico. Laonde quanto è di certo in questa parte di meteorologia, non va più in là del secolo XVIII...

I globi di fuoco compariscono tutto ad un tratto nello spazio ad altezze molto diverse, ed attraversano la nostra atmosfera con una celerità più o meno grande e in direzioni variate.

L'anno 1802, fu fecondo in fenomeni di questo genere. Il 15 agosto, giorno della festa celebrata in occasione del consolato a vita, un globo luminoso attraversò Parigi da borea ad austro; ed il popolo non mancò di considerarlo come un segno di approvazione inviato dal cielo. Questa meteora era più brillante e voluminosa delle stelle di prim'ordine, come Sirio, ec.; si divise in vari globetti luminosi, ma senza esplosione sensibile. Si assicura esserne apparsa una simile il giorno della festa decennale della Repubblica (25 settembre 1802).

Il 7 gennaio dello stesso anno, alle dieci e mezza della sera, il Patrin ed il Sonnini, ragionando tra loro pella via del Laharpe, presso la piazza della Sorbona, tutto ad un tratto la videro illuminata di una luce sì viva quanto il più bel lume di luna; ma il corpo luminoso subitamente scomparve senza strepito: e quando ebbero fatto alcuni passi di più, videro, nella parte del cielo che era loro rimasta ascosa dal frontone della sala della Sorbona, una gran traccia luminosa di colore rossiccio, che la meteora aveva lasciato dietro di se, e che dileguossi dopo pochi minuti secondi.

Il 1.^{mo} ottobre dell'anno stesso, 1802, fra le nove e le dieci della sera, fu veduto a Beauvais un globo di fuoco luminosissimo, procedente da levante a ponente, onde l'apparizione fu antecessa da leggera scossa di terremoto, e successa da una detonazione assai forte, lasciando inteuo odore di zolfo, che durò molto tempo.

Uno dei globi di fuoco che avea fatto maggior sensazione negli anni precedenti, fu quello che comparve addì 17 luglio 1771, circa le dieci e mezza della sera: dicono avesse un piede di apparente diametro, laonde il suo vero volume doveva essere considerevolissimo, essendo che la sua elevatezza era immensa, poichè fu osservato nello stesso tempo a Londra, a Parigi, a Digione, a Tours, a Lione, ed anche in più lontane contrade. Il suo movimento progressivo fu rapido, e diretto da maestrale a libeccio. Scoppiò come una bomba di fuoco d'artificio, spargendo molta luce; e dopo due o tre minuti s'intese a Parigi uno strepito simile a quello del tuono: il che fa supporre che l'esplosione seguisse a dieci o dodici leghe di distanza.

Potremmo citare gran numero d'altri fatti di questo genere, ma ci contenteremo di riferire qualche altro fatto raccolto dall' Humboldt, nel suo viaggio in America; perchè, per questo genere di fenomeni, non bisogna fidarsi che delle osservazioni fatte da persone bene istruite e scevre di qualunque pregiudizio e propensione verso il meraviglioso, che nel comune degli uomini svegliasi sempre all'apparizione delle straordinarie meteore.

La prima delle osservazioni dell'Humboldt è relativa alle *stelle cadenti*; la seconda ai *globi di fuoco*.

» Allorchè ci trovammo fra l'isola di Madera e le coste dell'Africa, provammo, dice il celebre viaggiatore, placidi venticelli e calme favorevolissime alle osservazioni magnetiche, delle quali in questo tragitto mi occupava. . .

» Non potevamo stancarci dall'ammirare la beltà delle notti, poichè nulla è paragonabile alla trasparenza ed alla serenità del cielo africano.

» Fummo colpiti dalla prodigiosa quantità di stelle cadenti che solcavano il cielo ad ogni istante; e più che ci avanzavamo verso austro, più questo fenomeno diveniva frequente, soprattutto presso le isole Canarie.

» Credo avere osservato con fondamento nei miei viaggi, che queste meteore ignee, sono in generale più comuni e più luminose in certe regioni della terra che in altre: io non ne ho mai vedute in tanta copia, come nelle vicinanze dei vulcani della provincia di Quito, ed in quella parte di Grande Oceano che bagna le coste vulcaniche di Guatimala: l'influenza che i luoghi, i climi, e le stagioni sembrano avere sulle stelle cadenti, distingue questa classe di meteore da quella che dà origine alle aereoliti, la quale, verosimilmente, esiste fuori dei limiti della nostra atmosfera.

» Dietro le osservazioni corrispondenti del Benzenberg e del Brandes, molte stelle cadenti vedute in Europa non avevano che 30,000 tese di altezza; ed una eziandio, ne fu scorta a sole 14,000 tese, o cinque leghe marine di elevazione. Queste misure, che non posson dare che resultamenti approssimativi, meriterebbero di esser ripetute.

» Nei climi caldi, specialmente sotto i tropici, le stelle cadenti lasciano spesso dietro di esse una traccia, che resta luminosa per

quattordici o quindici secondi; altre volte sembrano dividersi in varie scintille; e sempre quivi sono generalmente più basse che nella parte settentrionale dell'Europa. Elle non veggonsi che quando il cielo è sereno ed azzurro, nè mai furono scorte di sotto alle nubi. Sovente le stelle cadenti seguono una stessa direzione per alcune ore; e questa direzione è allora quella del vento. . .

» La notte dall' 11 al 12 novembre; a Camana, era fresca e fecesi della maggior bellezza verso il mattino; dopo le ore due e mezza si videro a levante meteore luminose e straordinarie. Il Bonpland che erasi alzato per godere del fresco sulla galleria della casa, le scorse il primo.

Migliaia di bolidi e stelle cadenti si succedettero per quattoré ore; la loro direzione era regolarmente da borea ad eustro, e riempivano una parte di cielo che estendevassi dal vero punto orientale al grado 30.^{mo} verso borea ed austro: elle s'innalzavano sull'orizzonte a levante grecale ed a levante, sur un'estensione di 60 gradi; percorrevano archi più o meno grandi, e ricadevano verso austro dopo aver seguita la direzione del meridiano. Alcune arrivavano fino a 40 gradi di altezza, e tutte oltrepassavano i 25 o i 30: il vento era debolissimo nelle basse regioni dell'atmosfera e soffiava da levante; non vedevasi in cielo alcuna traccia di nube.

» Il Bonpland racconta, che fin dal cominciar del fenomeno, non eravi spazio in cielo uguale in estensione a tre diametri della luna, che non si vedesse ad ogni momento ripieno di bolidi e di stelle cadenti: le prime erano in minor numero; ma siccome se ne vedevano di differenti grandezze, era impossibile di fissare il limite fra queste due classi di fenomeni. Tutte queste meteore lasciavano traccie luminose di otto a dieci gradi di lunghezza, cosa che spesso accade nelle regioni equinoziali; e la fosforescenza di queste tracce o strisce luminose, durava sette o otto minuti secondi. Alcune stelle cadenti aveano un nucleo grande come il disco del pianeta Giove, donde partivano scintille di uno splendore estremamente vivace.

» Le bolidi sembravano rompersi come per esplosione; ma le più grosse, da un grado fino ad un grado e quindici minuti di diametro, scomparivano senza scintillamento, e lasciavano dietro di esse strisce fosforescenti, onde la larghezza eccedeva i quindici ed i venti minuti di spazio.

» La luce di queste meteore era bianca e non rossiccia, ciò che dovea attribuirsi senza dubbio a mancanza di vapore ed all'estrema trasparenza dell'aere. È per la stessa causa, che, sotto i tropici, le stelle di prima grandezza, quando s'innalzano sull'orizzonte brillano di una luce sensibilmente più bianca che in Europa. . .

» Supponendo, continua l'Humboldt, che le meteore di Cumana avessero la stessa altezza alla quale manifestansi generalmente le stelle cadenti, potevansi vedere da luoghi lontani gli uni dagli altri più di 310 leghe. Or, qual straordinaria disposizione d'incandescenza deve aver regnato il 12 novembre nelle alte regioni dell'atmosfera, per fornire per quattr'ore migliaia di bolidi e di stelle cadenti visibili nelle contrade equatoriali in Groenlandia ed in Lamanua?

» Il Benzenberg osserva giudiziosamente, che la stessa causa che rende il fenomeno più frequente, influisce pure sulla grandezza delle meteore è l'intensità della loro luce. In Europa, le notti in cui compariscono stelle cadenti in gran numero son quelle nelle quali se ne vedono delle luminosissime mescolate a delle quasi impercettibili. Quando se ne osserva una la quale abbia il diametro della stella Sirio o del pianeta Giove, siamo sicuri di veder succedere ad una meteora sì brillante gran numero di meteore più piccole. Se, in una notte, le stelle cadenti sono frequentissime, è assai probabile che questa frequenza si manterrà per più settimane.

» La periodicità del fenomeno aggiunge ad esso un grande interesse: vi sono dei mesi in cui, nella nostra zona temperata, il Brandes non ha contate che sessanta od ottanta stelle cadenti in una notte; mentre in altri il numero di esse si è elevato fino a 2000 per notte!

Direbbesi che periodicamente, nelle alte regioni dell'atmosfera, presso quel limite estremo in cui la forza centrifuga è bilanciata dal peso, vi fosse una disposizione particolare alla produzione delle bolidi, delle stelle cadenti, e dell'aurora boreale: ma la periodicità di questo grande fenomeno, dipende ella dallo stato dell'atmosfera, o da qualche cosa che quest'atmosfera riceve di fuori, mentre la terra s'avanza nell'eclittica? Noi ignoriamo ciò come ignoravasi ai tempi di Anassagora! . . .

» Quanto alle semplici stelle cadenti, mi pare, dietro una mia pro-

pria esperienza, che elle sieno più frequenti nella ragione equinoziale che sotto la zona temperata; più frequenti al di sopra de'continenti e presso certe coste, che in mezzo dei mari. La superficie raggianti del globo, e la carica elettrica delle basse regioni dell'atmosfera, varia secondo la diversa natura del suolo e la situazione dei continenti e dei mari, esercitano elle la loro influenza fino ad altezze ove regna eternamente il verno? Lo stato delle nubi in certe stagioni e sopra alcune contrade, secondo la quantità del colore raggianti, la natura del suolo e la quantità di vegetazione da cui è vestito, sembrano provare che questa influenza è sensibile, almeno fino a cinque o sei mila tese di altezza. In un paese pieno di vulcani, sui rialti delle Ande, fu osservato, trent'anni sono, un fenomeno analogo a quello del 12 novembre: fu veduta dalla città di Quito innalzarsi in una sola parte di cielo, sopra il vulcano di Cayambè, sì gran copia di stelle cadenti, che gli abitanti di quella città credettero tutta la montagna incendiata. Questo spettacolo straordinario durò più di un'ora: la gente s'adunò nella pianura dell'Exido, donde godevasi della magnifica veduta delle più alte cime delle Cordigliere illuminate da un grande splendore di fuoco; e già il popolo superstitioso e timido accignevasi a preci, processioni e voti, temendo lo scoppio formidabile di qualche vulcano, quando infine si scorse, che la luce che rischiarava il Cayambè era dovuta a meteore ignee che percorrevano il cielo in qualunque direzione, a dodici o quindici gradi di altezza dall'orizzonte . . .

Da queste diverse osservazioni risulta chiaramente, che ben poco sappiamo di sicuro sulla natura delle stelle cadenti o dei globi di fuoco.

L'Ideler cerca provare, per certe sue esperienze, che esse non sono che precipitazioni di particelle animali e vegetali disseminate nell'atmosfera.

Molti in oggi considerano le stelle cadenti come aereoliti, che traversano obliquamente o radono la superficie della nostra atmosfera, sulla quale soltanto diverrebbero momentaneamente luminose: ma questa supposizione è contrariata dalle misure prese sur alcune di esse, onde la direzione dal basso in alto era quasi perpendicolare, o formava un angolo di cinquanta gradi colla linea verticale.

L'altezza delle stelle cadenti e globi di fuoco è stata nuova-

mente misurata dal Quetelet, il quale, in generale, la stima tra le dieci e le diciotto leghe, vale a dire verso i limiti della nostra atmosfera; altezza che si accorda assai bene coi risultamenti anteriori del Brandes: e la celerità di queste meteore sarebbe pure, dietro le ultime misure del Quetelet, di cinque in otto leghe per minuto secondo: potrebbesi, dunque trarre alcun partito dalle osservazioni di questa meteora per la determinazione delle longitudini terrestri. . .

Un fatto assai singolare, e sul quale l'Arago chiamò recentemente l'attenzione dei dotti, è la periodicità del pieno di questo fenomeno, che succede verso la metà dei mesi di novembre e di agosto, periodicità osservata a varie riprese da differenti osservatori, e che molto convalida l'opinione in questa circostanza dal dotto astronomo posta innanzi, che cioè migliaia di gruppi di corpicciuoli opachi galleggiano nello spazio, vengano forse annualmente nella loro periodica rivoluzione a tagliare l'orbita della terra, a poca distanza dal punto dell'eclittica in cui il nostro pianeta si trova verso il mese di novembre e di agosto, e che, entrando nella nostra atmosfera, divengano a noi visibili nel momento in cui vi si infiammano. . .

Ora diciamo delle *aereoliti* o pietre meteoriche.

La presenza e la caduta delle aereoliti è forse il fatto più curioso della meteorologia. Fu lungamente dubitato che potessero cadere dalla atmosfera non solamente delle pietre di un volume ordinario, ma masse metalliche di un volume e di un peso considerevole: però la cosa è ora fuori di dubbio, e, prescindendo da quelle grosse masse di ferro alle quali non si può attribuire un'altra origine, si è veduto sovente, fino dal principio di questo secolo, delle cadute di aereoliti troppo ben comprovate perchè possa restare alcun dubbio su questo soggetto.

Ma circa a ciò, come rispetto agli altri corpi che cadono dall'atmosfera, se il fatto è ben conosciuto la cagione è però lungi dall'esserlo; e malgrado tutte le teoriche che sono state proposte, non ne esiste alcuna che possa spiegare perfettamente questo singolare fenomeno.

Le aereoliti cadono in tutte le stagioni, in tutti i luoghi, a tutte le ore del giorno e della notte. Sovente le sono precedute dall'apparizione di un globo di fuoco, che si muove con grande rapidità,

e che brilla tutto ad un tratto nel mezzo dell'atmosfera, e la caduta delle aereoliti succede alla detonazione.

Sovente la loro natura è diversa, per cui le possono riunirsi sotto tre titoli principali, cioè: *aereoliti metalliche*, composte di ferro quasi puro (le aereoliti di questa specie cadono di rado); *aereoliti pietrose*, che sono costituite da una pietra nella quale vedonsi sparsi dei grani di ferro (queste sono le aereoliti più comuni, e quelle che cadono nell'epoca attuale della Natura su tutti i punti della terra); *aereoliti carbonose*, onde fin qui non è che un solo esempio noto alla scienza.

Le *aereoliti metalliche*, son composte quasi in totalità di ferro metallico, ma più duttile, più bianco del ferro di fabbrica; egli è costantemente legato col nickel in varia proporzione, che qualche volta giugne fino al 6 per cento: d'altronde possiede tutte le altre proprietà del ferro. La presenza del nickel in questa specie di aereoliti è così costante, che costituisce il carattere decisivo se tale o tal altra massa di ferro trovata isolata è o non è meteorica; e per tali a questo segno furono riconosciute le considerevoli masse di ferro, che trovansi in un gran numero di paesi, come, per esempio: quella dei contorni di Durango, capitale della Nuova Biscaglia, nel Messico, massa stimata dall'Humboldt del peso di 400 quintali; quella che si vede a Sant'Iago, nel Tucuman, pesante 30,000 libbre; ed altre minori e diverse, come quelle che incontransi a Galaam, verso la parte alta del fiume Senegal, in molte parti del Messico, nella Luigiana sulle rive del fiume Rosso, al Capo di Buona Speranza, al monte Kemir in Siberia, ec., ec.

Il ferro di queste aereoliti è frequentemente cavernoso e come spumoso, soprattutto quello del monte Kemir; e le cavità sono ripiene di una sostanza vitrea e perfettamente cristallizzata, paragonabile al peridoto vulcanico o piuttosto all'olivina, una delle sue varietà: sovente eziandio la lor superficie è coperta di una specie di vernice che garantisce dalla ruggine. — Le aereoliti metalliche sono più rare delle seguenti, ma però più voluminose. . .

Le *aereoliti pietrose* non hanno forme regolari: la loro superficie offre punte o angoli ritondati o smussati, e sono totalmente coperte di una crosta nera sottilissima, simile sovente ad un intonaco superficiale in parte vetrificato.

L'interno di queste aereoliti è di colore cinereo scuro; esposto all'aere, ricuopresi di macchie di ruggine: — elle son ruvide al tatto, facili a rompersi, spesso fragilissime; e rompendole, mostrano frattura terrosa a grossa grana:—la lor sostanza sfrega il vetro, e se vengano percosse coll' acciaio, la lor crosta scintilla.

La specifica gravità di esse varia da $3 \frac{3}{10}$ a $4 \frac{3}{10}$, secondo che il ferro più o meno v'abbonda; ferro nichellifero, che tutte contengono, sotto la forma di grani più o meno fini, alcune volte impercettibili all'occhio nudo, e sovente sotto quella di pagliuzze, di filetti o di piccole verghe che s'incrocicchiano formando figure angolari.

Il Leman ha riunito il resultamento di ventotto analisi fatte su ventuna aereoliti pietrose differenti, ed ha trovato che tutte contengono:

1.^o Della silice, in proporzioni che variano dal 21 al 36 per cento.

2.^o Del ferro metallico, dal 20 al 47 per cento.

3.^o Del nickel, che qualche volta vi si trova fin nella proporzione del 6 per cento.

4.^o Della magnesia (la quale non ha mancato che due volte in queste 28 analisi), dal 25 al 30 per cento.

5.^o Dello zolfo, non sempre, ma però assai costantemente, e fino nella proporzione del 9 per cento.

6.^o Finalmente, come principi addizionali o accidentali, l'allumina, nella cospicua quantità alcuna volta fino del 17 per cento; ma nelle dette 28 analisi ha mancato venti volte.—La calce, vi si è trovata fino al 12 per cento, ma ha mancato diciotto volte. Il carbone, il manganese, il cromo ed il cobalto, furono trovati sempre a piccolissime dosi, ed in alcune aereoliti solamente. — Secondo il Langier, il cromo (probabilmente ossidato) troverebbesi in tutte. . .

Quanto poi alle *aereoliti carbonose*, di esse non conoscesi ancora che un solo esempio, che è quello della pietra caduta a Santo Stefano di Holm, presso Alaia, dipartimento del Gard. È nera in tutte le sue parti, e presenta assolutamente l'aspetto del carbon fossile: esposta all'aere cuopresi subito di efflorescenze sparse di aghi contornati di solfato di ferro. — Oltre tutti i precitati principi, ella racchiude $2 \frac{1}{2}$ per cento di carbonio. . .

È stato osservato, che dall'epoca dell'esistenza della corteccia del

nostro pianeta, non son cadute aereoliti, o almeno non vi se ne sono ritrovate, nei terreni inferiori alle alluvioni: forse la loro rarità, e la mancanza di estese osservazioni, hanno impedito di scoprirle in questa sorta di terreno; ma fin qui non se ne ha alcun esempio. . .

Del resto, ignorasi l'origine delle aereoliti: e siccome questo fenomeno sembra totalmente indipendente dallo stato dell'atmosfera, supponesi che la sua causa esista oltre i limiti del nostro globo.

L'opinione che pare più accreditata è quella che suppone le aereoliti lanciate dai vulcani della luna: di ciò, noi abbiamo parlato nella *Cosmografia*; ma qui non pertanto ricorderemo, che alla superficie di quell'astro la gravità essendo minore che sulla terra, basta ammettere una forza un poco considerevole nei vulcani lunari perchè i sassi di questo satellite possano esser lanciati fuori della sua sfera d'attrazione, e penetrar quindi in quella della terra: l'inflamazione prodotta dal loro confricamento coll'aere atmosferico, potrebbe esser sufficiente a farli risplendere e quei frantumi cadrebbero dispersi alla superficie della terra. — Se si potessero osservare con precisione sul disco della luna vulcani accesi, questa ipotesi sarebbe un fatto quasi dimostrato; ma comunque sia di ciò, la composizione generalmente identica delle aereoliti deve far supporre ch'abbiano un'origine comune.

Alcuni hanno pensato, che elle sono avanzi di un pianeta spezzato, vaganti tuttora nello spazio: — altri le riguardano come piccoli corpi planetari, moventisi con grande celerità in virtù delle leggi della macchina del mondo, e cadono sul nostro globo sol quando l'azione di esso su quelli di tali corpi che sonosi a lui troppo avvicinati, diviene predominante: qualche volta (aggiungono) elle non fanno che traversare obliquamente una piccola porzione dell'atmosfera, ove s'inflammo, e allora ci presentano il fenomeno ancora inesplicato delle *stelle cadenti*, di cui parlammo di sopra; le quali in tal caso altro non sarebbero che piccole aereoliti, e dileguerebbonsi quindi seguendo il loro corso pella tangente.

Vener perfino considerati questi corpi come frammenti del nostro globo, in altre epoche lanciati dai vulcani a grande altezza, e ricadenti quindi sul suolo dopo aver descritto un numero più o meno grande di rivoluzioni attorno alla terra; e dico in altre epoche, perchè i vulcani presentemente attivi alla superficie del globo, non

hanno la forza bastante all'uopo, neppure i più formidabili nelle loro più paurose eruzioni: ma a questa supposizione osta la chimica composizione delle aereoliti medesime, perchè fin qui non si è trovato sulla terra alcun sasso la cui composizione presentisi identica a quella ch'esse offrono.

Sono finalmente dei filosofi, che riguardano le aereoliti come un prodotto della nostra atmosfera: ma ignoriamo ancora se i metalli che le compongono esistano nell'aere in stato gassoso, e se gli strati superiori dell'atmosfera medesima racchiudano fluidi metalliferi che possano originarle. — Questa opinione è specialmente professata dall'Ideler, il quale ha discusso con molta erudizione l'origine delle bolidi e delle aurore boreali. Le nozioni riunite sul fenomeno delle aereoliti secondo il presente stato della scienza, lo condussero alle conclusioni seguenti:

1.^o La caduta delle aereoliti succede specialmente la state e alle epoche degli equinozi, vale a dire nei mesi delle grandi piogge.

2.^o La frequenza di questo fenomeno diminuisce dall'equatore al polo, mentre, in generale, la annua quantità di pioggia diminuisce colla temperatura media delle località, fatta astrazione dall'influenza considerevole della direzione dei venti.

3.^o La formazione delle aereoliti in una nube, avendo il suo stesso colore, è analoga a quella della pioggia: e siccome alcuna volta piove a cielo sereno, così cadono aereoliti senza che si scorgano nubi.

4.^o Le apparenze luminose, e lo strepito simile al tuono, sono prodotti dall'elettricità, che si manifesta in tutti i fenomeni atmosferici; e i cambiamenti di luce a cui sono soggette le bolidi nel tempo della loro caduta, sono appunto l'effetto del cambiamento di differenti specie d'elettricità. — Probabilmente le aereoliti posson cadere senza che sieno precedute da bolidi, nel modo stesso che spessissimo piove senza lampi, quando la temperatura della colonna aerea è inferiore al grado della fusione del ghiaccio.

5.^o Le aereoliti cadono qualche volta senza strepito, perchè l'esplosione elettrica ha luogo in regioni elevatissime: questo è un caso analogo ai lampi che guizzano al zenith senza tuono.

E non contento di tutte queste avvertenze, l'Ideler ne aggiunge ancora altre, a corroborazione della sua ipotesi: — rammenta certe gran-

dini a nocciolo metallico o simili alle aereoliti; — nota che l'apparizione delle bolidi e delle aereoliti è preceduta da più o meno grandi splendori di luce; — che il fenomeno in questione è legato coi cambiamenti dell'atmosfera, e quasi colle rivoluzioni che succedono nell'interno del globo; — finalmente, ricorda la caduta simultanea di aereoliti in diversi paesi distantissimi tra loro, che succede sovente nel tempo de' grandi uragani, fatto che molto favorisce la origine aerea, di questi corpi. . .

Fra gli scrittori dell'antichità che fan menzione della caduta di pietre, Plinio e Tito Livio son quelli che rammentano i fatti meglio comprovati: — Livio parla di differenti *piogge di pietre*, avvenute principalmente nei contorni del monte *Albano*, vicino a Roma; e Plinio rammenta, che a tempo suo vedevasi ancora una pietra di enorme grossezza caduta in Tracia presso il fiume Egopotamo, il secondo anno della LXXVIII.^a olimpiade (467 anni avanti l'era volgare); e dice, ch'ella era grande come una carretta, e del colore di un corpo bruciato, e che i Greci pretendevano, che essa fosse caduta del sole, e che il filosofo Anassagora avesse predetto il giorno in cui dovea cadere sulla terra; su di che Plinio osserva giudiziosamente, che una simile predizione sarebbe stata più miracolosa della pietra stessa: ma aggiugne esser però certo, che sovente cadono *pietre dal sole*, delle quali se ne conservava una nel ginnasio di Abido, e anche a proposito di essa i Greci assicuravano che la sua caduta era stata predetta dal medesimo Anassagora. Una terza pietra, aggiugne, serbavasi in Alessandria, ed un'altra, che co' propri occhi vide, era nel paese de' Voconsi (che abitavano la parte meridionale del Delfinato), ma disgraziatamente questo grande naturalista non ci ha lasciato alcuna descrizione di questa ultima pietra.

Da Plinio fino al XVIII secolo, non si ha memoria che di piccolo numero di fatti di questa natura: il meglio comprovato, è la caduta di una pietra di 270 libbre presso Ensisheim, in Alsazia, successa nel 1492; — ma dal 1760 in poi, quantunque si prestasse poca fede a tali fenomeni, e' furono però più sovente osservati. La storia e l'epoca precisa di essi furono accuratamente raccolte da diversi autori, tra quali, per esempio, citeremo l'Howard, che le registrò nelle *Transazioni filosofiche* dell'anno 1802; l'Harn, che stampò un'opera apposta nel 1805; e più d'ogni altro il Cladni, che l'inserì

nell'almanacco dell'ufficio delle longitudini: — qualunque di voi, o lettori, fosse curioso sapere più a lungo intorno a questi fatti meravigliosi, potrà con frutto consultare le lunghe tavole e le note curiose di detti autori. — Avvertiremo eziandio, che una storia assai notevole fu scritta dal celebre Soldani in sul finire del passato secolo, sulla *pioggia di sassi* che avvenne il 17 maggio 1791, presso Castel Nuovo della Berardenga, nel Senese. . .

La caduta di pietre o di aereoliti, è adesso riconosciuta da tutti coloro che si occupano dello studio delle scienze; ma oltre la caduta di queste masse compatte e grandi, cadono ancora dall'atmosfera sulla terra altre differenti strane materie, sovente accompagnate da pioggia, e che, per tal ragione e pel colore che hanno, vengono designate sotto i nomi di *piogge di zolfo, di sangue, di cenere, di ferro*, ec. ec.

È difficilissimo spiegare, come le diverse sostanze che colorano l'acqua di certe piogge, o che cadono eziandio sotto la forma di polvere, possano aver presa origine nell'atmosfera; le analisi diverse di queste materie pulverulenti ci ha dimostrato l'esistenza in esse dello zolfo, dell'allume, del ferro, ec., e si attribuisce ai vari gradi d'ossidazione di quest'ultimo metallo, il colore di tali piogge: — è stato pure supposto, che le gocce di acqua potessero essere abbastanza cariche d'elettricità per parer luminose; ma anche ammettendo che l'aria possa contenere bastante elettricità da produr quest'effetto, sarebbe più difficile spiegar la presenza del ferro a così grande altezza. — È stato anche creduto, che in un tempo di uragano o di turbine il vento possa innalzar materie terrose ad una prodigiosa altezza, d'onde in seguito ricadono lontane dal luogo da cui furono sollevate, appena cessa la forza che le sosteneva: niuna però di queste spiegazioni, non rende piena e convincente ragione di così singolari meteore, e la loro analogia colle aereoliti deve far supporre che abbiano la stessa origine.

Anche di queste piogge il Cladni ha raccolto la storia e le epoche, e n'ha pubblicata una lunga nota, che trovasi inserita nel sovraccennato almanacco delle longitudini, stampato a Parigi nel 1826. . .

La presenza di un corpo organico nell'atmosfera, è una cosa che sarebbe molto desiderabile di poter nuovamente comprovare; sendo che è assai difficile concepire la sua formazione nell'aria: sappiamo

però, che certi esseri organizzati possono svilupparsi sulla neve caduta alla superficie del suolo, e tutti gli osservatori van d'accordo sulla presenza dei globetti rossi che la colorano. Alcuni considerano questi globetti come piccoli funghi che si propagano con rapidità, e indicarli sotto il nome di *uredo nivalis*; altri li riguardavano quali animali, perchè dicono d'aver scorti in essi movimenti sensibili: ma in ogni caso, questi piccoli corpi, onde il numero infinito colora la neve, appartengono al regno organico, e sono stati ritrovati in diverse e lontanissime regioni. In generale e' non compariscono che quando la neve è un po' invecchiata in luoghi alquanto difesi, e si affondano raramente nel letto di essa oltre alcuni pollici; ma si moltiplicano con molta rapidità, ed allargano così le macchie rosse che si osservano estesissime sulla veste nevosa delle alte montagne, o sulle calotte di ghiaccio delle regioni polari. . .

Del resto è molto difficile dare una spiegazione soddisfacente di questi differenti fenomeni.

È stato creduto render ragione delle così dette piogge di zolfo, considerandole come prodotte dal polline di varie piante, innalzato nell'atmosfera e portato lungi dai venti; fatto che realmente s'è alcune volte avverato.

Quanto poi alle piogge di rospi, di pesci, e di altri corpi organizzati, onde è difficilissimo averne ora alcun dubbio, queste si spiegano facilmente dopo che è noto, come i vortici di vento, le trombe, attraggano in alto quanto trovano di sciolto e leggero sulla superficie della terra e nelle acque poco profonde, le quali sostanze ricadono poscia quando l'uragano cessa. . .



CLIMATOLOGIA

LEZIONE LV.

CAUSE DEI CLIMI.

Noi abbiamo ormai discorsa tutta la fisica costituzione della parte esteriore del globo: la fisionomia della terra, i fiumi, i laghi, i mari, l'atmosfera, furono fin qui argomento delle nostre investigazioni: ora, prima d'intraprendere studii intorno alla costituzione delle viscere del nostro globo, e di descrivere i rivolgimenti che pelle convulsioni di quelle viscere la sua superficie ha sofferte, vogliamo brevemente discorrer dei climi, che sono gli effetti della qualità, fisionomia e posizione del suolo, della vicinanza, natura e sito delle acque, della costanza, forza e provenienza delle correnti dell'aere. Gli antichi, in generale, considerarono la latitudine, o la distanza dei luoghi terrestri dall'equatore, come l'unica cagione della diversità di temperature a cui son soggette le varie regioni della terra: il solo Ippocrate, fa eccezione; egli notò eziandio le influenze dei venti e gli effetti delle diverse esposizioni dei terreni relativamente ai punti cardinali del mondo: ma limitò queste osservazioni alla Grecia, e alle vicine contrade dell'Europa e dell'Asia.

Perchè questa parte della fisica terrestre abbia potuto essere approfondita e generalizzata è occorso che le nazioni incivilite non solo spedissero viaggiatori ai poli e sotto l'equatore, ma che vi formassero anelte stabili dimore: ed ora che la massa dei fatti è grande, e lunga è l'esperienza, speriamo, riunendo sotto punti di vista generali i risultamenti delle locali osservazioni, di poter tracciare almenò l'abbozzo della *climatologia*, conforme allo stato attuale delle scienze: nostre principali bussole in questo assunto difficile, sono i lavori

speciali del celebre Kant, e del non meno alle scienze benemerito Maltebrun: nè ci mancheranno a quando a quando i lumi di altri abilissimi fisici e naturalisti, tra i quali vogliamo citare lo svedese Bergmann, lo svizzero Deluc, il tedesco Engel, il russo Gmelin, l'inglese Forster, ed il francese Péron. . .

Il clima fisico comprende il caldo, il freddo, la siccità, l'umidità e la salubrità di cui gode un luogo qualunque sul globo.

E le cause del clima in tal modo inteso, sono *nove*; cioè:

- 1.^o L'azione del sole sull'atmosfera.
- 2.^o La temperatura interna della corteccia del globo.
- 3.^o L'elevazione del suolo sopra il livello del mare.
- 4.^o Il declive generale del terreno e le sue locali esposizioni.
- 5.^o La positura delle sue montagne relativamente ai punti cardinali.
- 6.^o La vicinanza di grandi mari e la loro situazione relativa.
- 7.^o La natura geologica del suolo.
- 8.^o Il grado di cultura e di popolazione cui un paese è pervenuto.
- 9.^o I venti che vi regnano. . .

Prima diciamo dell'*azione del sole* sull'atmosfera.

Nel passaggio dei raggi solari, l'aere non sembra acquistare immediatamente un grado considerevole di calore: prova di ciò è il raffreddamento successivo de' differenti strati d'aere, osservato su tutte le montagne. La distinzione fra *calorico libero*, che riscalda le molecole, e *calorico latente*, che solamente le dilata, ci fa concepire che l'aere superiore, meno ingombro di vapori e meno compresso, deve lasciar passare più liberamente i raggi caloriferi: più l'aere è vaporoso e condensato, e maggiormente i raggi sono arrestati, refratti e riflessi in vari sensi, e l'urto dei due fluidi è più vivo: così, da un tal urto proviene lo sviluppo del calorico latente, causa principale del calore sensibile della nostra atmosfera.

Ma quello che soprattutto contribuisce a riscaldar l'aere degli strati inferiori, è la riflessione dei raggi che urtano la terra, e che rimbalzati verso l'atmosfera si arrestano nella parte più bassa di lei, imprigionati per così dire in mezzo ai vapori acquosi ond'è carica: così questa riflessione accumula necessariamente il calorico in certe regioni vicine alla superficie terrestre. Non crediamo op-

portuno di esporre qui la teoria del calorico considerato come un corpo raggiante, teoria chiaramente sviluppata in ogni buon libro moderno di fisica; poichè per noi basta osservare, che questo calore straordinario regna sovente nelle strette valli tra le montagne, mentre la vicina sottostante pianura, non è che mediocrementemente riscaldata.

Il grado del calore solare immediato è modificato nei luoghi da quattro cause.

Prima, è la distanza del sole dalla terra: — se prendasi la distanza media uguale a 10,000, quella in cui il nostro pianeta trovasi nel tempo del solstizio estivo è di 10,166, e quella in cui è nel solstizio iemale di 9,833: la differenza è appresso a poco come tra i numeri 30 e 29: ma la quantità dei raggi cadenti sullo stesso piano, essendo come i quadrati delle distanze, i loro rapporti saranno come 841 a 900, ossia come 1 a $1 \frac{1}{14}$; di guisa tale che la quantità dei raggi solari che il globo riceve in generale, è maggiore nel verno che nella state.

Seconda, è la direzione più o meno obliqua dei raggi che colpiscono la terra, ciò che dipende dall'altezza del sole nell'eclittica: quanto più il raggio cade direttamente, tanto maggiormente ha forza, e, nel tempo stesso ne cadono in maggior copia sur una estensione data. Il Fatio, considerando che la perpendicolarità dà ai raggi una forza maggiore, stima, che remossa ogni altra causa, il calor della state stia a quello del verno come 9 a 1: — ma questi calcoli suppongono la superficie della terra esattamente sferica, senza cioè il menomo declive locale.

Terza, è la durata del giorno, vale a dire, la lunghezza dell'arco semidiurno che il sole descrive: la continuità aumenta l'effetto, e le corte notti non fanno perdere che piccola quantità del calore acquistato nella giornata.

Finalmente, la quarta causa che modifica il calore solare, è la refrazione che devon provare i raggi passando per un numero più o meno grande di strati atmosferici: il Bouguer, celebre fisico per noi citato più volte nella Cosmografia, ha calcolato, che su 10,000 raggi, se arrivano perpendicolarmente ne pervengono al punto dato 8,125; se l'angolo di direzione è di 50 gradi 7,624; se è di 7 gradi 2,051; e solamente 5 se la direzione è orizzontale.

Distribuite dietro questi quattro principi, il calore solare sarebbe assolutamente differente da quello che realmente proviamo: al solstizio d'estate, si avrebbe sotto la linea un calore di 20 gradi del termometro di Reaumur; a Parigi, di 36; sotto il circo polare, di 68; e sotto il parallelo 74.^{mo} di latitudine, si proverebbe il calore spaventevole di 80 gradi reaumuriani; — diminuirebbe quindi verso i poli: e al solstizio di verno il freddo sarebbe similmente distribuito in un modo del tutto contrario all'esperienza; laonde non possiamo dubitare, che non è la sola azione diretta e immediata dei raggi del sole che determina i climi.

Ne fu quindi cercata la causa nel calore interno e costante della corteccia del globo che pare generalmente di 10 gradi di Reaumur, calore che non bisogna confondersi con quello centrale; ma che deesi piuttosto riguardare come il resultamento dell'azione successiva dell'astro del giorno, e che nel lasso dei secoli si è accumulato in ragione della densità del globo e dell'energia dei raggi solari. Una volta acquistato questo fondo di calore, che si è uniformemente sparso in tutte le parti della corteccia del globo, la temperatura vera delle nostre stati e dei nostri inverni non ha più potuto produr vistosi cambiamenti nella temperatura dell'interno di essa. . .

Il freddo aumenta rapidamente coll'elevazione del terreno. È superfino addorne esempi: poichè chi non sa che il verno regna sulle Alpi e sui Pirenei, quando i fiori di primavera cuoprano le sottostanti pianure della Francia, della Spagna e dell'Italia? — Per questa benefica disposizione della Natura, è esteso considerevolmente il numero de' paesi abitabili nella zona torrida: dietro le spiagge infuocate della Guinea, esistono, nel cuor dell'Africa, contrade che godono di una felice temperie; la valle primaverile e salubre di Quito è situata sotto la stessa latitudine delle coste malsane, cuocenti e umide della Guinea; e nell'Asia Centrale, le regioni fredde estendonsi fino al 35.^{mo} parallelo di latitudine, di maniera che salendo dal Bengala al Tibet, il pellegrino, meravigliato, crede avere in pochi giorni percorso tutto il tratto che separa l'equatore dal polo! . . .

Quanto poi alla esposizione generale di una contrada, ella deve distinguersi dalle esposizioni locali del terreno. La nostra valle

dell'Arno, per esempio, ha l'esposizione generale verso ponente; nulladimanco la valle Elsa è esposta a borea, Nievole ad austro, quella della Sieve a scilocco; laonde il declive generale di una gran contrada non esclude i più opposti declivi locali: — ma possiamo ammettere come un principio generale, che la somma positiva di tutte le esposizioni locali è nel medesimo senso dell'esposizione generale. — Avvertiamo però, che questo principio non può applicarsi che a grandi estensioni, come, per esempio, al totale bacino di un fiume.

Ciascuno comprende di quale effetto sia, per la temperatura di un territorio, la sua guardatura relativamente al sole: un declive inclinato 45 gradi verso ostro, ed il sole essendo alto 45 gradi sull'orizzonte, ne riceve i raggi perpendicolarmente; mentre sur una pianura questi medesimi raggi colpiranno il suolo sotto un angolo di 45 gradi, vale a dire, con un quarto meno d'energia: — quando poi al fianco del monte inclinato 45 gradi a borea, egli sarà colpito dai raggi solari in una direzione orizzontale, per cui scovreranno lungo la superficie del suolo senza produrvi effetto calorifico; e se il terreno è ancora più inclinato a borea, non riceverà alcun raggio, e resterà costantemente nell'ombra. — Queste differenze, sensibili nei paesi di collina, divengono enormi nelle contrade coperte d'alte montagne: per la qual cosa nel Vallese, veggonsi le Alpi vestite un fianco di eterni ghiacci, mentre sulle opposte pendici crescono viti pampinose e intrecciano i lor rami ai fioriti verzieri.

V'è ancora un'altra circostanza da osservare. — L'angolo d'incidenza dei raggi solari, è, per un dato momento della giornata, ben determinato dall'esposizione di un terreno; ma varia col volger diurno del sole: la falda del monte che la mattina riceveva i raggi solari sotto un angolo retto, li riceve più obliquamente a mezzogiorno; e dopo mezzogiorno forse non fanno che sdruciolare sulla superficie di quel terreno: ma il contrario accade precisamente sui fianchi opposti a ponente; e queste cose producono equiseguenze ragguardevolissime. Ecco:

A cose uguali, ogni esposizione occidentale (da libeccio a maestrale) è più calda dell'esposizione orientale corrispondente, per la ragione evidentissima, che i raggi che la mattina colpiscono direttamente i fianchi esposti a levante, hanno a distruggervi gli effetti del freddo della notte; e quando dopo mezzogiorno, l'atmosfera è

giunta al suo maggior grado di riscaldamento, il raggio solare non può più concentrare considerevol massa di calore sui terreni che hanno l'esposizione orientale, poichè non vi cade che obliquamente: — ma al contrario, le falde volte a ponente si sono già provvedute di un poco di calore nella mattinata, tanto quanto è bastante per distruggere le impressioni frigide della notte; e quando il raggio solare giugne a colpirle direttamente, radunandovi tutto il calorico dell'atmosfera, non vi trova alcun ostacolo, che anzi ogni cosa è disposta a favore della sua azione.

Senza dilungarci in spiegazioni più particolari, osserveremo soltanto, che in virtù di questo principio, le esposizioni di *austro libeccio* e di *libeccio* sono le più calde di tutte, mentre, all'opposto, quelle di *grecale* sono le più fredde: ben inteso però, che qui non trattasi che dell'emisfero boreale, poichè nell'australe succede precisamente il contrario; e che facciamo sempre astrazione da una folla di circostanze locali e temporarie. — Ippocrate raccomandò, relativamente alla Grecia, lo che si può estendere anche a tutti i paesi dell'Europa Meridionale e dell'Asia Occidentale, le esposizioni orientali, sotto il rapporto della salubrità ed ebbe ragione; ma questo stesso principio è inapplicabile ai paesi più vicini al polo, ove temesi il freddo e dove il calore generalmente più moderato non adduce seco alcuna di quelle malattie epidemiche di cui parla Ippocrate. — Del resto, sono tante le circostanze che concorrono a decidere se un clima è salubre o malsano, gradevole o no, che sarebbe ridicolo caratterizzare i climi unicamente dietro l'esposizioni generali o locali del terreno.

Non vogliamo però tralasciare di suggerire, che a non considerare le esposizioni che relativamente a loro stesse, facendo astrazione da altre circostanze, potremmo paragonare le orientali alla primavera; quelle di mezzogiorno alla state; le occidentali all'autunno, e quelle del settentrione al verno: poichè è vero che la costituzione più comune dei climi, rispetto a queste esposizioni, corrisponde a quella delle stagioni alle quali li riferimmo. — Altri però hanno preteso di far comparazione più esatta e significante, a paragonare le esposizioni del suolo colle ore del giorno, e ragionano così: poichè il maggior freddo si fa sentire la mattina, questa parte della giornata corrisponde all'esposizione di grecale, che è la più fredda;

il caldo aumenta fino circa alle ore due dopo il mezzogiorno, medesimamente le esposizioni convertonsi sempre più favorevoli al calore fino a quella di libeccio; vengono quindi la sera e la mezzanotte, punti corrispondenti alle esposizioni occidentali e boreali. — È inutile suggerire agli assidui lettori di quest'opera, che nell'esame rapido sì ma attento delle qualità dei climi particolari di ciascun paese, fatto nelle antecedenti Lezioni, vedemmo frequentemente queste osservazioni generali confermate da un gran numero di esempi. . .

Non è sempre vero, che la *posizione dei monti* sia subordinata ai declivi del terreno, poichè sui paesi elevati sono delle pianure, che non hanno alcun pendio generale, come nella Mongolia, nel Tibet, ec. ec.; e nei paesi depressi sono inclinazioni da varii lati, senza che la loro parte più eminente sia guernita di montagne e neppur di colline, come è, per esempio, il centro della Russia. — Le montagne influiscono sui climi in due maniere: — 1.^o attirano i vapori sospesi nell'aere; questi vapori condensandosi, producono le nubi, le nebbie, che ordinariamente involano al nostro sguardo le cime dei monti. Sovente pure questi raunamenti di materie acquose, che i venti capricciosamente sospingono in lor balia, sono arrestati nel loro vagabondo cammino dalle catene de' monti, e si accumulano nelle alte valli: quali effetti sono ancora più sensibili, quando una catena di monti è coronata di foreste, che ne aumentano in qualche modo l'elevazione, ne serrano i passaggi, e soprattutto forniscono inesauribile alimento alle acque correnti: ecco perchè la distruzione delle foreste, che qualche volta può esser benefica per un paese procurandogli una circolazione d'aere più libero, spinta troppo oltre è un flagello che guasta intere contrade: senza citarne gli esempi negli Appennini nostri, diremo, che se ne sono veduti de'funestissimi nelle isole del Capo Verde, e nella remota Islanda; in questa ultima isola, è la distruzione delle foreste e non il preteso *raffreddamento del globo*, che ha reso il freddo così intenso che quasi non si può viverci nel verno, neppure nella parte meridionale, mentre un tempo da quel lato era assai più tepida.

Benchè i monti non possano impedire i moti generali dell'atmosfera, bastano però, arrestandoli in parte, a render meno frequenti alcuni venti per una certa estensione di terreno: chi è per esempio che dubiti, che le Alpi non concorrano a guarentire alla nostra

Italia il suo fortunato clima, la sua verdura sempre fiorita, le sue doppie raccolte?

Non mancano esempi di climi freddi pella posizione dei monti: se la Russia centrale e meridionale sono soggette a freddi sproporzionati alle loro latitudini ed alla loro esposizione, che in gran parte è meridionale, questo avviene principalmente perchè non hanno a borea una catena di monti che possa indebolire l'azione dei venti glaciali che vengono dal mar Bianco e dai monti Urali. La Siberia è in caso differente, ed ancora più sfavorevole: ella è inclinata a borea, e conseguentemente aperta ai venti del mare Glaciale; al tempo stesso, il suo pendio immenso è coronato ad austro dai monti Altaici, che impediscono ai venti freddi di andar oltre, mentre intercettano quelli tepidi dei rombi meridionali.

Ma la troppa difesa che recano le montagne contro i venti, può qualche volta divenir nocevole alla salubrità de' lochi, perchè il calore diviene insopportabile nelle valli che nella state concentrano e riflettono troppo vivamente i raggi del sole, ed i miasmi che s'innalzano dalle terre umide e ricche di vita, vi rimangono stagnanti ed infettano l'aria.

Quando le valli sono larghe e sfogate, quando hanno un pendio assai considerevole per lo scolo delle acque, e sono (nel nostro emisfero) accessibili ai venti del settentrione, la temperie dell'aria può esservi asciutta e fredda, ma gli abitanti vi godranno di molta salute: mentre nelle valli basse, strette ed affossate, che non ricevono i venti asciutti che obliquamente, le acque de' torrenti e delle piogge s'arrestano e diventano paludose, l'aere non circolandovi libero abbastanza produce le nebbie e l'umidità perpetue: — in questi luoghi trovansi esseri *cachettici* e insensibili a tutte le impressioni, eccetto ai lubrici appetiti. Il freddo umido, che regna quasi costantemente su contrade così costituite, non interrotto che dai caldi ed ugualmente rilassanti vapori della state, può esser considerato come la vera causa del gozzo e del cachettismo degli uomini; le quali malattie hanno molta analogia, per la loro origine e per i loro principali effetti, colle enfagioni, coi tumori articolari, e colla specie d'imbellicità degli Sciti effeminati onde Ippocrate fa menzione. — Il Fodéré, che ha visitata da attento osservatore la valle d'Aosta e la Morienna, ove incontrasi il maggior numero dei ca-

chettici e dei gozzuti, osserva, che tali mostruosità non esistono che nel centro delle valli dell'Alpi; anzi, la stessa valle non ne presenta che là dove si restringe; e cessa di produrne verso la sommità dei monti ove l'aere è più sottile, mobile e secco: queste malattie regnano nel Basso Vallese, alla base dei Pirenei e degli Appennini, in alcune valli del Delfinato e della Provenza montana: gli uomini pallidi che sono stati veduti in diverse contrade umide dell'America, i Negri bianchi e variegati delle montagne d'Etiopia e dell'isola Madagascar, sembra sieno veri cachettici. — Lo Zimmermann attribuisce ai calori eccessivi che si provano nelle profonde valli della Svizzera, la causa delle manie troppo comuni in quei luoghi, e racconta, che gli abitanti di quelle valli sono costretti di mandar nella state i loro figli sulle alte montagne, per conservar loro e la memoria e la ragione. . .

Primo effetto della *vicinanza del mare*, è di moderare le temperature estreme: nei climi torridi le contrade marittime sono men calde che le interiori pianure; nelle latitudini elevate, le coste e le isole sono meno fredde che l'interno de' continenti: nel centro della Scandinavia spesso l'uomo muore dal freddo, mentre le coste di quel paese godono di un clima dolcissimo, poichè il porto di Berghen non gela neppur così spesso come la Senna: i lauri, i fichi, i mirti, i meligranati, che non possono vivere in piena terra nel centro della Francia, crescono naturalmente a Brest e sulle coste della Bretagna. Oltredichè, la vicinanza del mare ravvicina eziandio le temperature delle stagioni: vedesi, per esempio, a Plymouth, in Inghilterra, benchè il caldo medio dell'anno ivi sia in totalità alquanto minore di quello che è a Parigi, vedesi, diceva, che i mesi del verno vi sono men freddi che in questa ultima città, per la sola cagione, che Plymouth è a riva il mare, e Parigi nel cuor della Francia. . .

In quanto poi alla *qualità del suolo*, essa influisce sul clima dei paesi in diverse maniere: è evidente, che tutti i terreni non si riscaldano colla stessa prontezza; tal suolo perde presto il calore acquistato; tal altro lo conserva lungamente. Le esalazioni, che differiscono secondo la natura del suolo, s'innalzano nell'atmosfera e si identificano coll'aria, ond'è che quelle dei terreni argillosi e salini la raffreddano, mentre i terreni pietrosi e sabbiosi ne aumentano il calore. Credesi, per esempio, che il gran freddo e l'aere malsano che

regnano nelle contrade d'Astracan e d'Orenburgo, in Russia, sieno in parte l'effetto della natura salina del suolo; mentre altre provincie devono precipuamente la loro temperatura secca e il loro aere salubre al suolo sabbioso, calcareo, sciolto, leggiero.

Il contrario deve dirsi dei terreni paludosi: le terre pregne d'umidità diminuiscono il calore; le acque stagnanti fanno più lunga la durata dei geli senza però cagionare la serenità in cielo, che quivi all'opposto è sempre velato da nebbie insalubri: per tali ragioni il verno dell'Olanda, è sovente più disgradevole di quello delle isole danesi, benchè le sieno più boreali di quella.

L'effetto delle paludi, nelle regioni calde è ancora più funesto: e noi Italiani, non dobbiamo andar sulle coste orientali dell'Africa, ed in alcune parti dell'America torrida, per cercare e studiare esempi di climi pestilenziali, poichè le Maremme del Tirreno ce ne offrono, sventuratamente, dei maligni in sommo grado.

Ai vari stati di rarefazione dell'aria, come pure alla natura delle esalazioni terrestri, sono da attribuire quei diversi aspetti del cielo, d'onde in parte dipende la bellezza di un clima; poichè è certo, che il cielo ha in ogni paese un aspetto differente: la volta azzurra, che per una ottica illusione limita dovunque la nostra vista, sembra più compressa e ristretta in Inghilterra che in Francia; l'Italiano cerca invano sulle rive della Senna quel cielo puro, sereno ed immenso, quella atmosfera di così perfetto azzurro in alto, così aurata all'ocaso, così rosea all'oriente, che ha tanto contribuito ad ispirare i nostri sommi artisti: ma eziandio il cielo d'Italia è nebbioso, a paragone di quello che nella state cuopre le isole felici dell'Oceania, quei deliziosi paradisi della zona torrida. . .

L'uomo influisce lentamente, ma potentemente, sulla temperatura de' lochi; e senza *la cultura del suolo* è certo che vi sarebbero ben pochi climi veramente salubri e gradevoli in sulla terra. Volgi la mente ad un paese deserto: non vedi come i fiumi, abbandonati al loro corso s'ingolfano, straripano e formano delle loro acque triste paludi? Mira come un ammasso di sterili cespi e di rovi cuopre le più belle colline e vi soffoca i fiori; come nei prati il fango lubrico e velenoso, e inutili muschi discaccino le erbe nutritive? Ve' come le foreste divengono impenetrabili ai raggi solari: null'alito di vento disperde le putride esalazioni degli alberi che hanno ceduto sotto

il peso dei secoli; il suolo, privo dei benefizi del calore atmosferico, non esala che veleni. — Ma imagina per un istante che quivi giunga l' uomo incivilito col suo coraggio e l'industria, e sarai obbligato ad ammettere, che in breve tempo le paludi son disseccate, le riviere ristrette nei loro alvei, le foreste distrutte dall'azza e la fiamma, la terra solcata dall' aratro e aperta alla luce del giorno, al soffio dei venti: il suolo, le acque prenderanno a poco a poco il carattere della salubrità, e la selvaggia natura cederà il suo impero all' uomo, che si sarà conquistata, creata una patria!

Gli antichi non ebber termometri, laonde è difficile paragonare le temperature di certe provincie ne' tempi passati colla presente: nulladimeno è incontrastabile, che nella Gallia Cisalpina non voleva riuscire il frumento a motivo del freddo, ed al presente la Lombardia è un eccellente e fertilissimo paese; Diodoro, Strabone, Cesare e Plinio descrivono la Francia e la Germania come l'odierna Siberia; i fiumi della Gallia erano talmente coperti di ghiaccio, che gli abitanti vi passavano sopra come sui ponti, e Cesare stesso condusse un esercito sopra il Rodano gelato, e lagnasi in più luoghi delle sue storie immortali del rigido clima della Gallia; quivi qualche tempo dopo (nell'epoca di Strabone) non avea potuto riuscirvi nè il fico, nè la vite. Boschi e paludi cuoprano il suolo della Germania, abitata da rangiferi, alci, bisonti ed orsi: ma quanto vantaggiosamente non s'è cangiato il clima di questi luoghi? Quanto non sonosi addolcite tali regioni dai tempi di Cesare e di Tacito? Oggi non annoveransi forse la Francia e la parte meridionale della Germania fra i paesi più belli del globo? E non è forse anche molto piacevole, l'Olanda, l'Annoverese, la Prussia, la Sassonia? — Ora tutto questo devesi alla mano dell'uomo, alla sua industria, alla cultura del suolo, al prosciugamento della terra che era invasa dalle acque dei fiumi secondo il capriccio della natura, al diradamento delle foreste, alla costruzione delle città.

Ma questi felici cangiamenti non sempre avvengono senza disastrose conseguenze; poichè il nuovo suolo, appena aperto dall' aratro e penetrato dai raggi solari, deve necessariamente subire una forte evaporazione; e le sue mestiche esalazioni pel freddo ancor vivissimo, soprattutto nelle notti, si condensano nell'aria: da ciò quelle malattie endemiche che affliggono le colonie nuovamente fon-

date. — D'altra parte, la distruzione delle foreste spinta troppo oltre, produce in particolar modo conseguenze funeste, come il disseccamento delle sorgenti, lo inaridimento dell'aria, il raffreddamento della temperatura, ec. ec. . .

Eccoci all'ultima delle cause dei climi, che di sopra enumerammo.—I *venti regnanti* di ciascuna contrada, modificano differentemente l'influenza riunita di tutti gli elementi per noi esaminati che costituiscono il clima fisico: ma la natura, la direzione, la durata e l'intensità dei venti, dipendono a vicenda dall'esposizione generale e locale del sito, dalla vicinanza dei mari, dall'elevazione dei monti, e da altre circostanze; cosicchè può dirsi, che le cause del clima formano fra loro un cerchio, del quale non possiamo indicare nè il principio nè il fine. — La natura, l'indole fisica dei venti non vuol esser caratterizzata in modo generale dai punti dell'orizzonte d'onde spirano: sappiamo che Ippocrate lo ha fatto, ma non ignoriamo ch'egli ha però limitato il suo sistema a poche contrade, alla Grecia e ad alcuni paesi dell'Asia Occidentale. — Dimostrammo altrove, come tutte le variazioni dei venti dipendano dall'equilibrio dell'atmosfera, e come quasi sempre a rompere questo equilibrio concorra il calore; ond'è che il calore di un clima, ed il freddo di un altro, hanno una continua vicendevole influenza; qualche volta l'aere freddo delle parti settentrionali di un gran continente spignesi verso le meridionali e le invade, assiderandovi e non di rado spegnendovi la vita; altre volte succede il contrario, e le regioni boreali ricevono aliti soffocanti che producono la rapida straordinaria fusione di ghiacci antichissimi.

La gran mobilità dell'atmosfera non permette limitar tali fatti a località; tutta la massa dell'aer caldo e del freddo che circonda il globo, è in continuo ed universal flusso e riflusso. Questo succede in generale: ma se poi vogliamo discendere al particolare, non possiamo che ripeter quello che omai si è detto più volte o argomentato nelle precedenti Lezioni di questo Corso, che cioè il vento di terra, se spira da piani elevatissimi e aperti, è quasi sempre freddo nelle zone temperate; che fra i tropici, se passa per piani poco elevati e sabbiosi, è caldo e secco; che i venti che scendono dalle montagne, ora sono gelati ed ora umidi; che i venti di mare, quasi senza eccezione, sono umidi, carichi di nebbie e di vapori salini:—

del resto, per la compiuta ragione di tutto questo, vedi la nostra Lezione particolare sui venti.

Dal fin qui detto risulta: — Che ogni paese della zona temperata non separato dalle contrade equatoriali da mari di grande estensione o da zone alpine gravi di eterne nevi, ha necessariamente, abitualmente l'aere più caldo di tal altro paese che è diviso dalla zona torrida per vasti mari e per eminenti ed algide regioni. — Che al contrario, i paesi delle zone temperate che hanno fra essi ed il polo molte terre contigue, e son separati dall'equatore per larghi mari, hanno il clima più freddo degli altri paesi che sono sotto la stessa latitudine ma sotto un'altra combinazione di località.

Ora, applicando questi diversi principi alla parte settentrionale dell' Antico Continente, comprenderemo, come la diminuzione enorme del calore che si osserva avanzandosi verso levante sotto le stesse latitudini, è dovuto in gran parte alla forma ed alla posizione di questa gran massa di terra: poichè la sua parte occidentale è riscaldata dalla vicinanza dell'Africa e dell'Arabia, che, simili ad immense fornaci, distribuiscono il loro calore a tutta l' Asia Occidentale e all' Europa. Al contrario l'Asia, nelle sue lontane parti verso grecale, prova estremi freddi; è ciò specialmente succede, perchè da questo lato non sono terre contigue che si estendano verso l' equatore.

E se la Groenlandia, situata sotto il 60° parallelo, ha, ad onta della sua esposizione meridionale e della vicinanza dei mari, un clima più rigido della Lapponia, che è sotto il parallelo 72°, con esposizione settentrionale, qual altra ragione può assegnarsi di questo fenomeno, fuorchè la separazione della Lapponia dalle terre artiche per un vasto mare, mentre la Groenlandia s'estende, probabilmente allargandosi, fin verso il polo, od almeno verso l' 82° grado di latitudine?

La Colombia ha poche terre situate nella zona torrida, poca comunicazione coll'America; oltre di che si estende a borea del Mare di Baffin verso la Groenlandia: per tal ragione, questa parte del mondo, quantunque più vicina all'equatore di noi, nulladimeno in quanto ai Climi non presenta una grande differenza con quelli dell'Europa.

Ed oltre a tutto questo, dai detti principi risulta ancora una conseguenza generale per le contrade della zona torrida:—I venti alisci

continuo soffiando da levante di sopra al mare, contribuiscono a rendere tutte le coste marittime orientali più fredde di quelle esposte a ponente: d'altronde quanto più un continente è largo da levante a ponente, tanto maggiormente questi venti riscaldansi passando sopra a terre bruciate dal sole: ed ecco perchè le isole Antille godono di una temperatura moderata, mentre la Senegambia è condannata al maggior calore onde sia esempio sul globo; ed ecco perchè eziandio il Congo è più caldo del Zanguebar: che se le montagne del Perù hanno il clima più freddo del Brasile, questo dipende perchè la configurazione del terreno, o qualunque altra locale circostanza, può sovente aver bastante influenza per modificare ed anche totalmente distruggere gli effetti delle cause generali. . .

Ecco le diverse cagioni che concorrono a formare quella costituzione generale dell'atmosfera che chiamasi *clima*.



LEZIONE LVI.

CLASSAZIONE DEI CLIMI

Sebbene i risultamenti di tante cause formanti il clima non sieno facilmente sottoponibili a classazione, nulladimanco la scienza, per aiutare l'intelletto e facilitare lo studio, tentò, fino dai remoti tempi, di ordinare in certo tal qual sistema i climi.

Ne sembra che Ippocrate sia stato il primo a considerare i climi con vedute metodiche; ma limitò il suo ordinamento a quelli di Grecia e dei paesi circonvicini, e prese principalmente per base del medesimo le esposizioni di que'luoghi ed i venti in essi dominanti.— Ma da quel tempo (dal secolo di Pericle), la cognizione del mondo antico rapidamente dilatandosi, specialmente nelle conquiste de' Macedoni, de' Romani e più tardi degli Arabi, ed ogni dì le osservazioni di nuove contrade, di nuovi cieli, di nuove produzioni facendosi, gli scienziati, privi ognor più del lume della vera filosofia, onde la face che avea con tanto splendore brillato in Italia ed in Grecia andava grandemente a impallidire, credettero potere applicare a qualunque nuova contrada le idee, le osservazioni ippocratiche sui climi ellenici, o su quelli de' luoghi alla Grecia circonvicini, e quindi dedurne le conseguenze che da quelle idee ed osservazioni naturalmente derivano: lo che produsse tanta confusione ed avvolse la scienza in così complicato laberinto di pregiudizi e di errori, che ora può appena districarsene.

Laonde non sembrerà inopportuno dimostrare qui, che la pretesa di applicare il sistema climatologico del grande di Coe a tutto il globo (mentre le osservazioni interessantissime di lui furono ap-

presso a poco limitate alle contrade che si estendono dal mare d'Azof alle bocche del Nìlo, e dalle rive dell'Eufrate alle spiagge della Sicilia), che tali osservazioni locali cambiate in generalità, di vere, belle ed utili che sono non ponno diventare che false e pericolose. Il dotto Maltebrun porge di ciò alcuni esempi. Eccoli:

Ippocrate dice, che le contrade esposte ai venti caldi del mezzogiorno, abbondano di acque salmastrose e malsane, essendo che *» tali acque sono ordinariamente poco profonde, calde nella state, fredde nel verno »*. Quindi descrive le malattie che devono dominarvi. *» Ivi gli uomini hanno la testa ripiena d'umidità e di flegma; e' sono senza forza e senza vigoria »*.

Tali osservazioni (è il Maltebrun che parla) sono locali, non generali, e riferisconsi alle coste meridionali della Grecia, ed a quelle dell'Asia Minore vicine all'isola natale d'Ippocrate.—Secondo il Mariti, tutta la costa meridionale dell'isola di Cipro prova frequenti intemperie d'aere; le acque salmastrose ivi sono abbondanti, e l'aere è malsano. — Le coste della Caramania o dell'antica Cilicia sono nello stesso caso: a Satalia, ad Ayas, ad Adana, la mal aria costringe gli abitanti a rifuggirsi nella state sulle montagne.

E perchè l'esposizione di queste contrade è così malsana? Strabone e Quinto Curzio ce lo diranno: — *» Perchè la Cilicia è una pianura stretta, limitata ad austro dal mare, circondata a borea dalla catena del monte Tauro; i venti del mezzogiorno, riflessi dalle montagne, vi cagionano calori soffocanti; d'altronde la costa è ingombra di stagni e paludi »*: e Cicerone, che viaggiò in quelle parti, c' insegna, che le nevi rendono i passi del monte Tauro difficili avanti il mese di giugno. — Ecco perchè la temperatura dell'aere e delle acque prova nella Cilicia variazioni troppo forti per non esser nocevoli all'uomo.

Tali osservazioni ponno senza dubbio applicarsi anche ad altre contrade, ove concorrono le medesime circostanze; certamente il vento di mezzogiorno è in generale umido, caldo e malsano sui liti europei del Mediterraneo, ed i viaggiatori hanno osservato che ha questo carattere anche sulle coste del golfo Persico, ove adduce la pioggia e affannosi calori. — A Susa, dice Strabone, gli abitanti non ardiscono esporsi al soffio cocente del vento australe: a Bassora, secondo l'Ottier, il vento del mezzogiorno paralizza tutte le forze del corpo umano. —

Ma osserviamole sulla costa Barberesca: fino dai tempi di Aristotile sapeasi, che spesso i venti meridionali quivi sono freddi e sempre asciutti, per la ragione che vengono dal monte Atlante: mentre a noi, per esempio in Italia, que' medesimi venti spirano calidi ed umidissimi, perchè han dovuto attraversare il Mediterraneo: poi questi stessi venti diventano nuovamente freddi in Elvezia, in Baviera, perchè scendono dalle Alpi. — Cosicchè, anche in questo caso si verifica, che dovunque i venti modificansi dietro la natura dei luoghi pei quali passano; e lo stesso Ippocrate intorno a ciò ne avverte, che anche fra le città esposte ai venti caldi del mezzogiorno, quelle che sono bene aperte al sole ed all' aere provano in grado minore le loro moleste influenze: infatti, Tarso in Cilicia godea, ad onta della sua esposizione meridionale, di clima sano ed avea acque limpidissime.

Ma a che cumulare gli esempi quando d'altronde esaurimmo la materia di questo argomento nella nostra Lezione su i venti?

Nè meno locale di quello che abbiamo esaminato è il clima settentrionale d' Ippocrate. — Per esempio, i venti boreali apportano umidità ad Arcangelo ed a Danzica, e son men freddi dei venti australi. . .

Ora, tali eccezioni, tali anomalie nel carattere, nella natura dei venti, alterano le altre conseguenze, rovesciano tutto il sistema. Citiamo un esempio nella penisola ispanica, sotto la latitudine della Grecia settentrionale: le Asturie, esposte a borea, hanno il clima freddo ma estremamente umido; le malattie dominanti sono lebbra, dissenterie, tumori scrofolosi, ed altre della natura di quelle che il padre della medicina attribuisce all'esposizione meridionale!

In quanto poi a quella certa tal qual rassomiglianza, che gl'Ippocratici pretendono che esista fra il clima del mezzogiorno e quello d'oriente, riscontrasi piuttosto nei paesi dell'Europa occidentale, dove i venti meridionali generalmente somigliano moltissimo a quelli d'occidente pella loro umidità e pella loro dolcezza; mentre al contrario i venti borea-orientali sono molto più freddi di quelli stessi del settentrione, attesochè provengono dalla Russia centrale, dai monti Urali e dai confini della Siberia.

E neppure possiamo ammettere la teoria degli Ippocratici rispetto ai climi occidentali. — « Tutte le nazioni, dice il sapiente di Coe,

esposte ai venti occidentali, hanno il clima insalubre; le acque che beono non son limpide, perchè le nebbie del mattino si mescolano con esse avanti che il sole le dissipi — . . . Gli abitanti di tali siti sono esposti a repenti cambiamenti di temperatura; poichè nelle mattinate estive vi spirano venti freschi e vi cade copiosa la rugiada, e dopo il mezzodì il caldo li tormenta. . . . Son pallidi di colore e deboli di corpo. . . . *Respirando sempre aere denso e malsano, la loro voce è forte e rauca. . . .*—L'occidente ci presenta l'immagine dell'autunno: *i popoli che abitano sotto questa costituzione climatologica, deon partecipare delle malattie dei popoli settentrionali e meridionali.* » — E un commentatore aggiugne: » *devono unire la ferocia dei popoli del Settentrione alla leggerezza delle nazioni del Mezzogiorno* ».

Ma tutte queste osservazioni e induzioni di Ippocrate, sane e giuste finchè vengono nel lor vero senso, nei loro propri confini spiegate, addivengono puerili ed assurde quando vogliansi ridurre a regole generali, come han preteso fare gl'Ippocratici.

Quali popoli (continua il Maltebrun) sono esposti all'occidente più dei Portoghesi? Ma hanno per questo rauca la voce? No, che anzi il loro linguaggio è infinitamente più dolce di quello degli Spagnuoli! — L'aere che respirasi nel Portogallo è forse denso e malsano? Eppure gl'Inglesi vi inviano da lungi i loro malati per ricuperarvi la salute! — E l'Irlanda, continuamente tormentata dalle tempeste di ponente, ha ella popoli dal viso pallido? Al contrario, un Irlandese facilmente conoscesi in una folla d'Inglesi pel rubicondo suo viso! . . .

In questa guisa resulta evidente, che il grande di Coo quando parlò di climi, volle unicamente riferirsi a quelli di alcune contrade della Grecia; e spiegate in questo senso locale, le sue osservazioni sono giuste e profonde.—Tutte le coste occidentali dell'Illirio, dell'Epiro e del Peloponneso hanno infatti il clima incostante che Ippocrate paragona all'autunno: zeffiro impetuoso e pernicioso, onde Omero parla così di sovente, vi adduce le nebbie e le piogge. — Gli Elei, secondo Strabone, Esichio, ed Eustachio, furono fra tutti i Greci quelli che ebbero più rozza la pronunzia del greco idioma; se non che gli Etoli parlavano peggio ancora; d'altronde la loro ferocia è cognita: Polibio e Tucidide li trattarono di *semibarbari*. —

Gli abitanti dell'isola di Zante, hanno, comunemente, pallido il volto. — Finalmente i Greci occidentali non sono in generale tanto grandi di corpo quanto quelli del levante e del settentrione; ond'è che Ulisse fa dagli Etruschi chiamato il *Nano vagabondo*.

Ecco (concludiamo col Malte Brun), ecco le osservazioni d'Ippocrate giustificate; ecco esposta la vera maniera di leggere e spiegare un autore antico, paragonandolo con altri scrittori suoi contemporanei o suoi compatriotti. L'esame critico de' quattro climi d'Ippocrate deve convincere gl'Ippocratici dell'impossibilità di generalizzarli, di estenderli oltre i confini delle contrade nelle quali quel profondo scrutatore della Natura viaggiò, e fece le sue osservazioni. . .

Se i climi possono esser classati, non lo saranno mai che in modo generale, e considerando le principali combinazioni di qualità che li caratterizzano. Il celebre filosofo Kant, in un suo scritto intitolato: *Memoria sulle quattro principali costituzioni della umana specie*, considerando che il caldo ed il freddo sono sempre accompagnati da umidità o da siccità, prese da questa considerazione argomento a distinguere tutti i climi della terra in quattro grandi categorie o generi, o tipi che dir si voglia, come segue:

1. Clima caldo e secco.
2. Clima caldo ed umido.
3. Clima freddo e secco.
4. Clima freddo ed umido.

Diciamo prima del clima *caldo e secco*. — Tale è quello, in estremo grado, dei deserti di Sahara e d'Arabia.

La terra arde, il cielo è infuocato, e quasi sempre sereno: spesso nel Gran Deserto, le acque salmastrose e putri de vendonsi a peso d'oro!!

Le piante in questo clima per mancanza d'alimento languiscono.

Gli uomini e gli animali vi crescono nerboruti, ma in piccolo numero.

I colori ulivastri ed i temperamenti biliosi predominano fra i popoli di queste contrade: il loro carattere fiero e sanguinario corrisponde alla indole rigorosa della Natura. . .

Il clima *caldo ed umido* è quello del Bengala, della Caldea, delle coste del Zanguebar, della Guiana, di Panama.

Colà la terra è vestita di magnifica eterna verzura; colà nascono i giganti del regno vegetale.

Ma colà pure enormi rettili spiegano le loro spire nelle acque stagnanti, o strisciano il loro corpo nel fango, che esala la peste.

In questo clima l'uomo è poco robusto, ma vi si propaga con rapidità; il suo carattere è snervato; la pelle nera, ed il temperamento flemmatico appartengono di preferenza a queste regioni. . .

Il clima *freddo e secco* cagiona una vegetazione robusta, ma poco abbondante; ivi le acque sono ordinariamente pure, ma crude.

Gli animali e gli uomini forse respirano in questo clima più ossigeno che altrove, e son pieni di forza e di salute; oltre di che vi è equilibrio fra la parte morale e la fisica. Si propagano lentamente ma con ordine.

Il temperamento sanguigno e la pelle bianca predominano in questo clima, che appartiene alla maggior parte dell'Europa e dell'Asia. . .

Finalmente il clima *freddo ed umido*, che provasi in modo estremo in Siberia ed a borea del Canada, è caratterizzato dalle nebbie malsane onde l'atmosfera è ingombra e riduce la vegetazione a triste macchie di cespugli, a licheni ed a piante rampanti.

Ivi gli animali quadrupedi cuopronsi di folto e fino pelo, e rimangono in tal guisa vestiti oltre la metà dell'anno.

E l'uomo, degradato in generale nella statura, debole e succido, non pensa che a difender la sua fisica esistenza contro la natura matrigna.

La pelle di color rosso di rame, ed il temperamento melanconico, sembrano effetti di tale costituzione di clima. . .

Ma neppur questa classazione non deesi interpretare alla lettera; ma bensì la vuol esser tenuta solamente come una indicazione in astratto delle combinazioni di estreme temperie e dei loro più probabili effetti: i quattro climi tipi del Kant, forse non esistono in nessuna parte del globo senza qualche modificazione che ne alteri la natura; e queste modificazioni ponno esser di due generi: alcune risultanti dalla alternativa di due climi differenti nella stessa regione; altre, affette del grado più o meno elevato di ciascuna delle quattro qualità costitutive del clima: — modificazioni, che ponno fare *temperato* un clima qualunque, vale a dire di tal costituzione atmosferica per cui il caldo, il secco e l'umido sieno ugualmente l'uno dall'altro elisi o moderati.

Per esempio in Egitto, la successione del calore umido nel tempo dell'inondazione, e del caldo asciutto nel resto dell'anno, modifica un clima, che senza l'una o l'altra alternativa sarebbe insopportabile all'uomo.

Nell'istessa maniera, l'Olanda vede con piacere il freddo asciutto succedere al freddo umido, che da se solo renderebbe questo paese malsano e forse inabitabile.

Ma alcuna volta questa successione facendosi troppo rapidamente, ovvero le due temperature essendo troppo lontane l'una dall'altra, il clima diviene più spiacevole all'uomo e più dannoso agli animali ed alle piante, che se fosse composto di una sola temperatura: non è a dire quanto sia sgradevole il clima di Astrakan e di alcune altre città della Russia Meridionale e Centrale, che provano nella state i calori dell'Africa e nel verno i freddi della Siberia!

Le identiche costituzioni atmosferiche vengono eziandio modificate dalla differenza di latitudine: il calore asciutto che rende il Sahara quasi inaccessibile, diviene a Madrid o a Marsilia, una temperatura convenevolissima all'uomo. E per lo stesso modo i funesti effetti del calore umido s'indeboliscono coll'allontanarsi dall'equatore: ed all'opposto trovasi il freddo secco od umido ognor più sopportabile, a misura che discendesi dal polo ai tropici.—Per esempio, a Berghen in Norvegia ed a Brest in Francia, è nel verno la stessa costituzione di clima, reso tepido ed umido dalla vicinanza di un oceano che non mai gela: ma qual differenza, qual varietà nell'intensità termometrica di que'due lochi? . . .

Questo volevamo dire dei Climi. — Ma le osservazioni sopra trascritte sulla vera accettazione del vocabolo *clima*, ci conducono naturalmente a considerare (rapidamente ed in generale) le temperature delle cinque zone in cui nelle scuole dividesi comunemente il globo.

La zona torrida (citiamo il Maltebrun), non prova che due stagioni, una asciutta, piovosa l'altra. La prima è riguardata come la state, e l'altra il verno di que' paesi che non conoscono nè caldi nè freddi estremi; ma sono in opposizione diretta colla state e col verno celesti, poichè la pioggia accompagna sempre il sole; di maniera tale che, quando quest'astro trovasi nei segni settentrionali o estivi, le contrade a borea della linea hanno la loro stagione piovosa; e viceversa pelle contrade ad austro della linea predetta.

Pare che la presenza del sole al zenith di una contrada, vi riscaldi e rarefaccia l'atmosfera in modo, da attirarvi l'aere delle contrade più vicine ai poli: i vapori sospesi nell'atmosfera condensansi ad ogni istante a contatto di quelle fredde correnti, e risolvonsi in piogge quasi continue. — Le contrade della zona torrida ove non mai s'innalzano vapori, non conoscono le stagioni piovose.

Le località che arrestano o distornano i mussoni e gli alisei, come specialmente fanno le alte catene dei monti, influiscono in modo sulle fisiche stagioni della zona torrida, che sovente l'intervallo di alcune leghe separa la state dal verno, come esponemmo nella nostra Lezione sui venti.—In altri luoghi, vi sono due stagioni piovose e due asciutte, che distinguonsi colla denominazione di *grande e piccola*. . .

Il calore è quasi sempre lo stesso in quella zona della terra compresa tra i gradi 10 o 15 a borea e ad austro della linea equinoziale; ma verso i tropici, la differenza fra la temperatura che regna nella stagione in cui il sole giugne al zenith, e quella che ha luogo quando nel solstizio opposto i raggi dell'astro del giorno vi cadono sotto un angolo di gradi 47, è molto sensibile: laonde potrebbesi divider con Polibio la zona torrida in tre altre:

1.^a La *zona equatoriale* propriamente detta, la quale, se paragonasi alla seguente, è temperata;

2.^a La *zona del tropico del Cancro* (estivo), composta delle più calde e meno abitabili contrade della terra;

3.^a La *zona del tropico del Capricorno* (iemale), che contiene poche terre, ma pare soggetta a calori momentanei sì ma estremi.

Gli antichi (nota il Maltebrun), non curando l'osservazione di Polibio, crederono che il calore aumentasse dal tropico all'equatore; e ne conchiusero, che il mezzo della zona torrida fosse inabitabile: ma è noto adesso, che diverse circostanze concorrono a stabilirvi una temperatura sopportabile: — le nubi, le piogge copiose, le notti lunghe quanto i giorni e però naturalmente freschissime, la immensa evaporazione delle acque, la vasta estensione dei mari, la presenza o la prossimità di altissimi monti coperti di nevi eterne, il soffio de' venti alisei e le periodiche inondazioni dei grandi fiumi, tutte queste circostanze potentemente contribuiscono a diminuire il calore nella zona torrida, e a fare, che nei paesi compresi in essa riscontrisi ogni sorta di clima.

Le pianure sono arse dai cocenti raggi del sole.

Le coste orientali dei grandi continenti, battute dai venti alisei, godono di una dolce temperatura.

Le contrade elevate sono perfino fredde; e una eterna primavera regna in certe valli, come per esempio in quella di Quito, e forse anche in altre nell'interno dell' Africa stessa.

Qual altro spettacolo della Natura uguaglia la maestosa beltà della state nella zona torrida? il sole s'innalza perpendicolarmente sull'orizzonte; supera e dissipa in un istante le nubi infuocate del balzo orientale; inonda la volta dei cieli di torrenti di fulgidissima luce; dilegua di sulla terra qualunque traccia di ombra, e qualunque velo di vapore che appanni la lucida superficie dei mari, o che veli la tremula onda argentina dei fiumi e dei laghi.

Anche la luna quivi brilla più lucida che altrove; i raggi di Venere sono più vivaci e puri; e la via lattea spande un lume più chiaro e scintillante.

A questa pompa dei cieli (dice il Maltebrun) fa d'uopo aggiungere la calma dell'aere, il sonno dei flutti, il lusso della vegetazione, le forme gigantesche delle piante e degli animali, insomma una natura tutta più grande, più animata, e nulladimanco meno incostante e men mobile che altrove.

Le zone temperate mancano di tutto questo; ma ampiamente le sono compensate dagli incanti dolci e variati della primavera e dell'autunno, dai calori moderati della state e dai salutari rigori del verno; e questa bella successione di quattro stagioni, non conoscesi al di là del tropico, nè verso i poli.

Che anzi, la parte della zona temperata del nostro emisfero, che si estende fra il grado 35 di latitudine ed il tropico, somiglia in molti luoghi alla zona torrida; ed anche più a borea di quel limite, il ghiaccio non mostrasi nè denso, nè persistente nelle pianure fino al 40.^{mo} grado, e raramente vi fiocca la neve; nulladimeno gli alberi del piano perdono le loro foglie, e restano spogliati di verdura nei mesi di novembre e di dicembre. Ma le contrade elevate risentoni tutta la rigidità del verno.

La successione delle quattro stagioni, mostrasi più regolare e più sensibile dal grado 40.^{mo} fino al 60.^{mo}, senza però che le intemperie spossino la salute dell'uomo: fra queste latitudini abitarono ed ab-

tano al presente i popoli più intelligenti, più istruiti, più incivili e più coraggiosi della umana specie: Etrusci, Romani, Greci, Italiani, Spagnuoli, Portoghesi, Francesi, Britanni, Tedeschi, Polacchi.

In generale, nei paesi dove o per la latitudine o per l'altezza loro sul livello del mare non mai è la state, sembra, che gli abitanti manchino d'ingegno, od almeno di spirito e di gusto; mentre laddove non esiste il verno pare che non conoscasì la vera bravura, la costanza, la lealtà, e le altre civili e militari virtù. Nulladimeno questa regola soffre di alcune eccezioni; ed in qualunque modo non bisogna dimenticare, che fu l'uomo che creò in gran parte i climi salubri di molti paesi: la Francia, l'Alemagna, l'Inghilterra, rassomigliavano, 18 o 20 secoli fa, al Canada, alla Mongolia e alla Mantseuria, contrade situate come la nostra Europa, ad una media distanza fra l'equatore ed il polo.

Oltre il 60^{mo} grado, fino al 78^{mo} di latitudine (che pare segnare il termine dei terreni abitabili dall'uomo nell'emisfero boreale), non conosconsi in generale che due stagioni: un lungo e rigoroso verno, cui spesso succedono bruscamente insopportabili calori. Nei giorni estremamente lunghi della state, l'azione dei raggi solari, ad onta della obliquità delle loro direzioni, ivi accumula tanto calore, che produce effetti ai quali non aggiugnerebbersi che nella zona torrida: vi sono esempi di foreste incendiate, e di navili ridotti al naufragio per essersi strutto il catrame dai loro fianchi anche sotto le latitudini polari: nel verno all'opposto il freddo è così intenso, che vi gela l'acquavite perfino nelle camere riscaldate.

In Siberia è stata trovata la terra ghiacciata a 100 piedi di profondità. Ma anche in queste frigide latitudini, le esposizioni meridionali, o la vicinanza del mare, addolciscono il clima ad un grado meraviglioso e quasi incredibile: a Berghen in Norvegia, e lung'hesso tutta la costa di quel paese, fra i gradi 60 e 62 di latitudine, il verno è piovosissimo, ma poco vi nevicava e raramente i ghiacci vi prendono considerevol consistenza; quivi questa stagione è men rigorosa che a Cracovia, a Praga, a Vienna in Austria, sotto i gradi 50 a 48 di latitudine.

La zona fredda gode di una calma atmosferica non conosciuta nelle regioni temperate; non mai nelle contrade di lei cade la grandine, non mai svegliasi l'uragano, e rarissime sonvi le tempeste: le

splendore delle aurore boreali, riflesso da immensi campi di neve, dissipa le tenebre della notte polare; i giorni di vari mesi, benchè di una magnificenza monotona, accelerano in modo sorprendente lo sviluppo della vegetazione; e dopo spuntato il sole, in tre volte 24 ore la neve è strutta e le piante fiorite. . .

Ma è da notare, che questa successione di zone fisiche non procede uguale e simmetrica nei due emisferi.—Nei mari artici non scorgesi il ghiaccio a grosse masse galleggianti prima del 70^{mo} grado di latitudine, nè mostrasi a campi fissi innanzi il 75^{mo}; mentre nei mari antartici incontransi nell'uno e nell'altro stato tra i gradi 50 e 60 di latitudine australe. Nelle Terre Magellaniche e di Sandwich, come pure in varie altre isole situate tra i paralleli 54 e 59 australi, le montagne rimangono eternamente coperte di neve infino a riva il mare.

Nelladimeno, questa diminuzione di calore pare che cessi tutto ad un tratto fra il grado 30^{mo} e il 40^{mo} di latitudine; poichè nell'australe emisfero, mentre le alte montagne dell'isola di Diemen restano eternamente coperte di nevi, dall'interno della Australia spirano venti infuocati; laonde il nocchiero che erra in questi tratti del Grande Oceano prova in brevi spazii repentini passaggi di temperatura, da un calore soffocante ad un pungentissimo freddo.

Gli astronomi attribuivano la differenza di temperatura che è tra i due emisferi, considerati in generale, unicamente al più breve soggiorno del sole nei segni meridionali della eclittica nell'annuo suo giro: vale a dire, alla maggiore rapidità del moto della terra nel verno, che allora è nel perielio; di maniera tale che il sole sta 7 giorni e 18 ore meno nei segni meridionali che nei boreali. Ma la differenza prodotta da questa causa non sarebbe che di $\frac{1}{28}$, mentre quella realmente esistente è appresso a poco di $\frac{1}{7}$.

I fisici all'opposto tentarono subordinarla alla teorica del calorico raggiante, e cercarono dimostrare, che in un tempo dato, l'emisfero australe perde maggior quantità del suo calore proprio costante, di quello che non ne perde l'emisfero boreale: ma se fosse così, l'azione di questa causa non dovrebbe cessar tutto ad un tratto verso il grado 40^{mo} di latitudine.

Bisogna dunque cercar sulla terra stessa (conchiude giudiziosamente il Maltebrun) la ragione del fenomeno che ci occupa: la

vasta estensione dei mari antartici, la presenza de' continenti quasi nella totalità della loro superficie situati nel nostro emisfero, ecco le cause precipue di quelle contrastanti diversità di temperature. Infatti, le masse continentali non spingono nell'antartico emisfero che promontori di poca larghezza, i quali non ponno impedire il passo alle marittime correnti polari, che seco loro adducono in gran copia i ghiacci del polo del mezzogiorno verso la zona temperata australe: — ora, se a questa causa si unisce la causa astronomica, e quella fornita dalla teoria del calorico raggianti, avremo appresso a poco la ragione di tutta la differenza che è tra la general temperatura dei due emisferi.

Siccome il termine ove il moto delle acque polari verso l'equatore s'arresta per cambiarsi in moto generale verso ponente non è fisso (questo cambiamento essendo sottoposto all'influenza di varie cause locali e temporanee), non può per conseguenza esservi neppure un limite costante pei ghiacci australi: ecco perchè i navigatori hanno incontrato talvolta de' campi fissi di ghiaccio verso il grado 50^{mo}, e qualche altra fiata sono andati anche 10 gradi più oltre, verso il polo antartico senza trovare sul mare traccia alcuna di ghiaccio; le quali variazioni di latitudine, sotto lo stesso meridiano, pare confermino la vaghezza dell'azione delle correnti polari. In ogni altra ipotesi bisognerebbe gratuitamente sopporre una quantità enorme de' ghiacci australi contraria al fatto: infatti i naviganti han veduto, che i ghiacci che sono verso i gradi di latitudine 50 e 60, non segnano il confine di una calotta sferica di ghiacci fissi attorno il polo, ma formano solamente un recinto variabile, oltre il quale sono vaste estensioni di mari totalmente libere di ghiaccio. . . .

Finiremo questa Lezione, ed insieme il trattato sulla Climatologia, ponendo innanzi un'altra questione che la discussione della teorica dei climi fisici naturalmente sveglia: ammettiamo noi un cambiamento reale, o anche solamente possibile nella direzione dell'asse terrestre?

Ci è noto omai, che senza l'obliquità della eclittica, senza quell'angolo d'inclinazione che è fra il piano di rotazione della terra ed il piano di rivoluzione sulla sua orbita, non sarebbero le ineguaglianze frai giorni del verno e della state, nè le varietà delle stagioni; in quantochè elle totalmente dipendono da cause cosmografi-

che;—le regioni equatoriali avrebber sempre il sole perpendicolare a mezzodì, per cui sarebber molto più riscaldate di quello che ora non sono: ma dalle due parti dell'equatore il calore vedrebbe rapidamente diminuire; ciascun clima avrebbe la sua temperatura invariabile, ma più fredda della primavera e dell'autunno che ha attualmente: cosicchè la terra non sarebbe abitabile al di là del parallelo 45^{mo} o 50^{mo}.

Dicemmo altrove, che molti filosofi ed astronomi hanno creduto, che l'eclittica e l'equatore tendano realmente ad avvicinarsi e coincidere insieme, ma che è stato recentemente provato, per via di sottili e profondi calcoli, che questa diminuzione dell'angolo predetto proviene dall'attrazione scambievole di tutti i pianeti, soprattutto di Giove e di Venere, onde le orbite diversamente inclinate cercano di confondersi in un medesimo piano. Ma avvertimmo eziandio, che il sole riconduce costantemente tutte queste variazioni al punto d'onde son partite; che egli reprime questi sforzi ed impedisce che l'obliquità possa mai variare più di 2 o 3 gradi, e che da quelle azioni planetarie non risultano che inuguaglianze periodiche dell'angolo predetto, o meglio oscillazioni dell'asse terrestre tra limiti fissi.

Le lotte violente fra le grandi forze della Natura cessarono da gran tempo, ed oggi il sistema del mondo non fa che oscillare attorno ad uno stato medio di cose e condizioni, d'onde non s'allontana che insensibilmente da una parte e dall'altra.

Ma se questa è epoca di calma fisica, noi vediamo dovunque intorno a noi tracce e monumenti di antiche rivoluzioni, di immense catastrofi, di universali cataclismi: accignamoci ad imprenderne lo studio nelle future Lezioni.



G E O L O G I C A

(Studi sulla natura ed origine dei materiali che compongono le parti solide del globo, e sulle rivoluzioni onde queste parti andarono più volte soggette).

LEZIONE LVII.

GEOLOGIA

IDEA DELLA SCIENZA, SUA DIVISIONE E DEFINIZIONE

Abbiamo fin qui studiato il globo estrinsecamente: la sua figura generale, la particolar fisionomia dei suoi continenti, la superficie dei vasti suoi mari, la natura dell'alto oceano aereo che lo involuppa. — Vedemmo la terra essere una sfera leggermente schiacciata ai poli: tre quarti della sua superficie sono coperti dalle acque, e l'altra quarta parte è di natura solida ed aspera di fisionomia. — La sferoide è involupata in una sostanza fluida e rara, nota sotto il nome di aere, la quale, considerata nell'insieme, costituisce l'atmosfera. — La tendenza, che tutte queste sostanze pare abbiano verso un centro comune, le mantiene nella forma globulare. . .

Scendendo in linea retta dal punto più elevato dell'aria verso il centro della terra, la materia subisce un progressivo accrescimento di densità: egli è già sensibile in tutta l'altezza dell'atmosfera; diventa più grande quando si arriva allo involuppo acqueo, e maggiore eziandio nella parte solida della sfera.

Esaminando la scorza terrestre che ci è nota, troviamo, che anche nella spessezza di questa crosta la densità fa progressi: i graniti ed i porfidi, ultime e più profonde serie dei terreni a cui l'uomo abbia potuto aggiugnere, sono in fatti più densi che le crete, le argille, le sabbie dei terreni superiori. — Il perchè, alcuni filosofi han pensato, che la densità del globo progressivamente cresca infino al centro.

Pare che la presenza del sole al zenith di una contrada, vi riscaldi e rarefaccia l'atmosfera in modo, da attirarvi l'aere delle contrade più vicine ai poli: i vapori sospesi nell'atmosfera condensansi ad ogni istante a contatto di quelle fredde correnti, e risolvonsi in piogge quasi continue. — Le contrade della zona torrida ove non mai s'innalzano vapori, non conoscono le stagioni piovose.

Le località che arrestano o distornano i mussoni e gli alisei, come specialmente fanno le alte catene dei monti, influiscono in modo sulle fisiche stagioni della zona torrida, che sovente l'intervallo di alcune leghe separa la state dal verno, come esponemmo nella nostra Lezione sui venti.—In altri luoghi, vi sono due stagioni piovose e due asciutte, che distinguonsi colla denominazione di *grande e piccola*. . .

Il calore è quasi sempre lo stesso in quella zona della terra compresa tra i gradi 10 o 15 a borea e ad austro della linea equinoziale; ma verso i tropici, la differenza fra la temperatura che regna nella stagione in cui il sole giugne al zenith, e quella che ha luogo quando nel solstizio opposto i raggi dell'astro del giorno vi cadono sotto un angolo di gradi 47, è molto sensibile: laonde potrebbesi divider con Polibio la zona torrida in tre altre:

1.^a La *zona equatoriale* propriamente detta, la quale, se paragonasi alla seguente, è temperata;

2.^a La *zona del tropico del Cancro* (estivo), composta delle più calde e meno abitabili contrade della terra;

3.^a La *zona del tropico del Capricorno* (iemale), che contiene poche terre, ma pare soggetta a calori momentanei sì ma estremi.

Gli antichi (nota il Maltebrun), non curando l'osservazione di Polibio, crederono che il calore aumentasse dal tropico all'equatore; e ne conchiusero, che il mezzo della zona torrida fosse inabitabile: ma è noto adesso, che diverse circostanze concorrono a stabilirvi una temperatura sopportabile: — le nubi, le piogge copiose, le notti lunghe quanto i giorni e però naturalmente freschissime, la immensa evaporazione delle acque, la vasta estensione dei mari, la presenza o la prossimità di altissimi monti coperti di nevi eterne, il soffio de'venti alisei e le periodiche inondazioni dei grandi fiumi, tutte queste circostanze potentemente contribuiscono a diminuire il calore nella zona torrida, e a fare, che nei paesi compresi in essa riscontrisi ogni sorta di clima.

Le pianure sono arse dai cocenti raggi del sole.

Le coste orientali dei grandi continenti, battute dai venti alisei, godono di una dolce temperatura.

Le contrade elevate sono perfino fredde; e una eterna primavera regna in certe valli, come per esempio in quella di Quito, e forse anche in altre nell'interno dell'Africa stessa.

Qual altro spettacolo della Natura uguaglia la maestosa beltà della state nella zona torrida? il sole s'innalza perpendicolarmente sull'orizzonte; supera e dissipa in un istante le nubi infuocate del balzo orientale; inonda la volta dei cieli di torrenti di fulgidissima luce; dilegua di sulla terra qualunque traccia di ombra, e qualunque velo di vapore che appanni la lucida superficie dei mari, o che veli la tremula onda argentina dei fiumi e dei laghi.

Anche la luna quivi brilla più lucida che altrove; i raggi di Venere sono più vivaci e puri; e la via lattea spande un lume più chiaro e scintillante.

A questa pompa dei cieli (dice il Maltebrun) fa d'uopo aggiugnere la calma dell'aere, il sonno dei flutti, il lusso della vegetazione, le forme gigantesche delle piante e degli animali, insomma una natura tutta più grande, più animata, e nulladimanco meno incostante e men mobile che altrove.

Le zone temperate mancano di tutto questo; ma ampiamente le sono compensate dagli incanti dolci e variati della primavera e dell'autunno, dai calori moderati della state e dai salutari rigori del verno; e questa bella successione di quattro stagioni, non conoscesi al di là del tropico, nè verso i poli.

Che anzi, la parte della zona temperata del nostro emisfero, che si estende fra il grado 35 di latitudine ed il tropico, somiglia in molti luoghi alla zona torrida; ed anche più a borea di quel limite, il ghiaccio non mostrasi nè denso, nè persistente nelle pianure fino al 40.^{mo} grado, e raramente vi fiocca la neve; nulladimeno gli alberi del piano perdono le loro foglie, e restano spogliati di verdura nei mesi di novembre e di dicembre. Ma le contrade elevate risentonvi tutta la rigidità del verno.

La successione delle quattro stagioni, mostrasi più regolare e più sensibile dal grado 40.^{mo} fino al 60.^{mo}, senza però che le intemperie spossino la salute dell'uomo: fra queste latitudini abitarono ed ab-

E quantunque il fluido aeriforme sia separato dal fluido acqueo, e questo dalla massa solida della terra, non per insensibili transizioni ma sibbene per passaggi improvvisi e ben distinti, nulladimeno, in cadauno involuppo riscontransi parti dell'involuppo che gli è inferiore; di guisa tale che l'atmosfera contiene sempre una gran quantità d'acqua, e questa tiene in dissoluzione molti minerali.

La qual cosa noi crediamo che sia l'effetto dei movimenti di cui queste magne parti del globo sono dotati; poichè, oltre i moti astronomici, elle hanno tutte dei moti a cadauna di esse particolari. — Vedemmo che l'aria, oltre i movimenti irregolari a cui è soggetta, e dei quali le cagioni non sono ancora tutte note, ha dei moti costanti, come quello della grande corrente alisea che volge da levante a ponente, e quei delle correnti che portano l'aere dai poli all'equatore e dall'equatore ai poli. — Vedemmo nell'acqua moti irregolari e moti periodici: ella ha quello di perturbazione prodotto dai venti, l'altro di flusso e di reflusso prodotto dalla presenza della luna e del sole, ed infine l'ammirabile moto di circolazione, pel quale i cristallini umori di quello immenso elemento passano dal vasto bacino dei mari nell'atmosfera, dall'atmosfera sulla superficie delle terre e nel seno delle montagne, e dai tenebrosi serbatoi sotterranei colando in canali innumerevoli detti rivi, torrenti e fiumi, per essi, dopo avere irrigato e fertilizzato la parte arida del globo, ritornano al comua recipiente del mare, da cui nuovamente si elevano per portare la vita in ogni loco.

E perfino la terra può asserirsi che provi moti, pei quali anche le parti più solide della sua massa cangiano costantemente o accidentalmente di rapporti. Senza parlare dei movimenti accidentali di vibrazione, noti comunemente sotto il nome di terremoti, che la terra prova assai frequentemente, e dei quali la cagione è ancora non del tutto nota, chi sa che la rotazione, che ha prodotto la compressione ai poli, non continui ad agire sul complesso del pianeta, quantunque gli effetti sieno divenuti meno sensibili con l'aumento della densità? — Chi sa che la legge di gravità o di centrale pressione non produca un progressivo indurimento del globo?

Comunque sia di questo moto, che, se veramente fosse, potremmo chiamare moto di concentrazione, è però certo che, n' esiste un altro nella materia concreta del nostro pianeta, che è op-

posto al primo, e che perciò appelleremo moto d' espansione, per il quale la terra rigetta dall'interno alla sua superficie la immensa quantità di materie che escono da cento bocche vulcaniche quasi sempre eruttanti. . .

Ecco giunto il luogo ed il tempo di occuparci e studiare i fenomeni dello interno della corteccia della terra : diciamo addio alla luce del sole e discendiamo nelle viscere del globo. Laggiù, frugando negli archivi della storia della terra, cercheremo di leggere questo libro terrestre di cui i capitoli sono i terreni, le pagine i loro strati, le parole le rocce, le lettere i minerali: e se saremo tanto avventurati da poterne deciferare i caratteri e trovarne la vera chiave, vi lasceremo assai pregiudizi e false credenze, e torneremo alla luce del sole molto più istruiti e più capaci d'intendere la natura di cui egli è padre e benefattore.

E prima di tutto ci persuaderemo, che quella terra che allo sguardo ne par piana, e la geografia ci dimostrò sferica, che quella terra che ai sensi sembra immobile, e la cosmografia ci dimostrò che gira; prima di tutto, dico, la geologia c'insegnerà, che la massa terrestre, che a prima giunta giudicasi inerte, immutabile, è all'opposto attiva e variforme. — Scendi pochi gradi nelle sue viscere, e troverai le tracce di una terra che non simigliò in nulla alla presente: — scendi più profondamente, e prima vedrai che non avea uomini, poi che non nutriva nè animali nè piante, finalmente che non era avvolta nell'aere. — Ricorda, lettore, che altrove, in questo Corso, la cosmografia ti disse di sospettare, che fu un tempo, là nelle origini delle cose, in cui ella non presentava nè acque nè sassi.

Quello che c'induce in errore su ciò, e ci fa pensare che il passato pel globo si confonde col presente, che l'istoria della terra potrebbe ridursi alla descrizione del suo stato attuale, è la superficie della terra medesima, la quale, da tempo immemorabile, è rimasta appresso a poco la stessa, invariabile cioè, e indifferente spettatrice degli innumerevoli eventi ai quali ha servito di teatro. Ma l'interno del globo non ci dice la medesima cosa.

Mirate dovunque la sua corteccia è un poco rotta e messa a nudo: — osservate dappresso le rive corrose dalla corrente dei fiumi: — le rupi, le alte coste dei laghi e del mare: — le trincee aperte

per il passo dei canali e delle vie: — gli scavi per piantare le fondamenta degli edifizii, o per trovare l'acqua de' pozzi.

Percorrete le gallerie delle cave o delle miniere, ed in tutti questi lochi esaminate le masse terrestri attraverso delle quali voi avrete potuto discendere, o i materiali che ne provengono; e dite ciò che vedete. Non v'è paese che non dia luogo a qualche osservazione di questo genere: qualunque sia la città ed il villaggio che voi abitate, siate certi, che troverete dovunque, sui fianchi delle vostre montagne, come nelle escavazioni delle vostre valli, dei vostri piani, la testimonianza della variazione della superficie terrestre.

Ecco, andiamo a visitare il fianco dirupato di alcuna nostra collina: miralo dal bosco che ne corona la cima fino alla sua base corrosa dall'onda d'impetuoso torrente: Che vedi?

Prima una sottile striscia di terra nera, ove penetrano le barbe delle piante; la quale, prodotto del loro annuo deperimento, dicesi terra vegetabile.

Poi, di sotto, una striscia molto più alta di color giallo.

Poi una piccola zona biancastra.

Poi una larga striscia verde.

Poi, sempre più in basso, e disposte orizzontalmente le une sulle altre, molte striscie ancora, successivamente gialle, bianche, brune, verdastre, nerastre, grigie, ec. ec.

Questo vedi sulla faccia della rupe dall'alto della collina fino alla corrente dell'acqua.

Un tale spettacolo non ti dice nulla? La disposizione di queste zone di colore ed altezze sì varie, piene di avanzi di corpi organati così diversi, non t'ispira nessuna conghiettura? L'orizzontalità delle loro linee parallele, non t'induce ella a supporre, che queste terre diverse sono depositi che si accomodarono a poco a poco in quest'ordine nel fondo di qualche liquido?

Ma là è una caverna! Per essa discendesi facilmente a gran profondità nelle fondamenta della collina. Arrischiamoci ad entrarvi.

Ecco, vedi que' larghi strati di pietra che ne formano le pareti, contenenti ossa di antichi animali, impronte di antiche piante? Che dici tu di un tale incontro? Ossa sepolte a più centinaia di braccia sotto la terra vegetabile che cuopre la collina, impastate in una roccia calcarea sì dura, sì compatta, sì serrata!

Ma scendiamo ancora. — Mira là, sotto al calcareo ossifero, le breccie conchigliifere e sabbiose alternanti venti volte con banchi albi, grigi, rossastri, gialli di argilla calcarea!

E più sotto, guarda letti di varia spessorezza di argille plastiche screziate di giallo e di rosso, pieni di avanzi di esseri che furono dotati di vita; quei letti riposano sull'enorme strato della creta, distinto anch'esso in più zone di vario colore, avvicendati con strati di silice e piene di conchiglie di variatissime nature!

Lo stupore che provi a tale spettacolo è grande; e grande eziandio la curiosità che t'ispira! — E già domandi: di sotto alla creta che è mai?

Trafora la terra nei paesi ove questa sostanza ritrovasi presso alla superficie, rispondo, e vedrai, come, dopo aver attraversato altissimi banchi di creta bianca, grigia, verde, aggiugnasi ancora ad un calcareo stratificato in masse immense, il quale componendo altrove le vette del Giura, ne ha preso il nome. Queste immense masse non sono tutte di una natura, nè sprovviste delle vestigie delle piante e degli animali degli antichi tempi: elle trovansi all'altezza del Giura, perchè colassù furono spinte da forze centrali del globo: ond'è, che gli strati di quella roccia, che in fondo al pozzo, ove sono in sito, sono orizzontali, sui fianchi del monte li trovi fortemente inclinati.

Ma qual è il terreno che sostiene questi banchi? — Esplora i fianchi dirupinati del Giura, e vi troverai in qualche sito i terreni inferiori, che sono argille calcaree, marne iridate, breccie conchigliifere, arenarie, sale, calcareo alpino, ardesie, carbone, tutte sostanze non prive di avanzi di esseri organizzati, che sono i più antichi del globo, e attraversate da filoni metallici.

E di sotto ad esse che è, impaziente richiedi? — La risposta a questa domanda la troverai errando pelle gole delle Alpi. Di sotto a quelle sostanze sono altre qualità di calcareo, e arenarie purpuree, onde gli strati giacciono inclinatissimi sui fianchi dei monti; prova evidente del loro sollevamento per forze centrali della terra, dopo un tempo indefinito dalla loro deposizione. . .

Sotto a questi profondissimi calcarei, vedovi d'esseri organati, la crosta del globo non presenta più nè banchi nè stratificazioni, ma informi masse e cristalline, tali quali sono le rocce granitiche,

i porfidi, ec. ec., prive nel loro tessuto di qualunque indizio di essere che fusse dotato di vita.

Disotto a queste roccie l'uomo non ha penetrato: desse sono il limite delle sue esplorazioni nella corteccia del globo: elle formano la base profonda di tutti i terreni di sopra nominati, ed insieme il dosso delle più alte sommità del pianeta.

Il loro sollevamento ha rotti gli strati dei terreni depositati nelle acque, li ha inclinati, drizzati e perfino rovesciati; ed ha in tal modo formate le Alpi e gli altri elevati monti. — E qualunque volta che successe nella corteccia del globo una di tali vicende, la terra si commosse dalle fondamenta; un'epoca antecedente della Natura finì, una nuova epoca incominciò, e la superficie del globo mostrò al sole in altra fisionomia, vestita di altro manto, abitata da nuove generazioni. . .

Tale, in generale, è la disposizione della corteccia del globo per l'uomo esplorata.

La Geologia si assume di studiarla da vicino e d'indagar la natura, la cagione, gli effetti di tutte le parti di essa; di svelarci l'indole ch'ebbe la superficie del globo nelle diverse epoche, nel tempo della formazione dei terreni, dai più profondi ai più superficiali; di narrarci le cagioni delle catastrofi che ruppero tante volte il filo della vita, per seppellirne gli avanzi sotto nuovi strati e riprenderne gli andamenti negli strati successivi.

Così questa scienza abbraccia, o più o meno direttamente, tutte le cognizioni che hanno rapporto col globo. La sua etimologia procede da due voci greche, γῆ-λογος (*ge-logos*), che significano terra e discorso.

Suddividesi ordinariamente in più parti, secondo gli assunti più speciali ch'ella s'impone. — Enumera ella e studia gli elementi di cui il globo terrestre componesi? Allora dicesi mineralogia. — Studia ella principalmente le roccie della terra risultanti dal concorso di questi elementi, ed i terreni, composizione di roccie, la loro struttura, la loro natura, disposizione e sovrapposizione? In tal caso ella prende nome di geognosia, voce che significa cognizione della terra. — Considera ella la creazione della terra, o le cause che hanno presieduto alla disposizione, alla struttura delle roccie e dei materiali di cui elle compongonsi? Allora fa chiamarsi geogenia, che vuol

dire produzione generazione della terra. — Oppure studia ella le leggi che presiedono ai cambiamenti che si operano o si sono operati alla superficie del globo? In questo ultimo caso prende il nome di geonomia, che significa legge della terra.

La paleontologia (cioè il discorso intorno agli esseri antichi), è parte anch'essa della geologia , studiando gli avanzi fossili che esistono nei diversi strati del globo: ma di essa formeremo in questo Corso una parte separata, atteso l'altissima importanza dell'argomento. . .

Intanto incominciamo dalla mineralogia.



LEZIONE LVIII.

MINERALOGIA

ELEMENTI, MINERALI, ROCCIE.

Noi vogliamo dare una idea della mineralogia perchè non solo sembra difficilissimo studiare la geologia senza premettere la cognizione di quella scienza, ma perchè crediamo che nulla potrebbe intendersi della composizione dei terreni senza conoscere i minerali che sono come loro elementi. — Per bene intendere la natura inorganica bisogna seguire questo processo di studi:

Prima occorre conoscere le sostanze elementari; poi i minerali che sono il resultamento del mescolamento di esse; quindi le roccie, misto di elementi e dei minerali predetti; dipoi i terreni, composti dagli elementi, dai minerali e dalle roccie; ed infine il complesso della scorza del globo acqua, solida e fluida, ch'è l'insieme di elementi, di minerali, di roccie e di terreni.

I legami della mineralogia e della geologia sono dunque sì intimi, che non solo è impossibile tirare una linea di demarcazione ben distinta tra queste due scienze, ma le non ponno nemmeno convenevolmente studiarci senz'essere obbligati di mescolare l'una nell'altra.

La mineralogia è la scienza che ha per oggetto la cognizione delle sostanze naturali inorganiche che compongono il globo terrestre; ma solo considerandole a parte a parte, ed in modo indipendente dall'importanza che elle hanno nella struttura del nostro pianeta.

E queste sostanze distinguonsi in *minerali e rocce*.

Dal punto di vista nostro, noi non possiamo considerare la mineralogia nelle sue parti sviluppate: per noi è superfluo descrivere le proprietà dei singoli minerali, le loro particolari storie, ec.; ma ne occorre però la precisa enumerazione e la idea della classificazione così di essi come delle rocce. . .

Se prendiamo un libro qualunque, lo troveremo formato di un certo numero di pagine: ogni pagina è composta di linee, ogni linea di parole; finalmente queste parole sono costituite di un certo numero di lettere. Qui si arresta la decomposizione: le lettere sono dunque gli elementi di questo libro.

Lo stesso è del gran libro della Natura.

Tutti i corpi organizzati che sono alla superficie del globo, tutte le sostanze inorganiche che compongono la sua massa, sottoposte alle analisi accurate e molteplici dei chimici, a tutte le azioni insomma di cui l'uomo può disporre, riduconsi in un certo numero di principi, di basi, di elementi, di corpi semplici.

La scienza novera oggi 54 di tali *elementi*, numero troppo grande, per credere che non dovrà diminuire colle ulteriori scoperte: i metalli, per esempio, che sono così numerosi, e per certe proprietà tra loro analoghi e somiglianti, i metalli, dico, forse non sono che modificazioni di una stessa sostanza.

Ma comunque di ciò sia, infino al presente non abbiamo nessuna prova materiale perchè quella supposizione possa diventare una verità scientifica; per cui ammetteremo come elementi tutti i corpi semplici onde i nomi sono i seguenti:

- | | |
|---------------|--------------|
| * 1 Alluminio | 11 Cobalto |
| 2 Antimonio | 12 Colombiò |
| 3 Argento | 13 Rame |
| 4 Arsenico | 14 Stagno |
| 5 Bario | ** 15 Ferro |
| 6 Bismuto | 16 Glucinio |
| 7 Cadmio | 17 Iridio |
| * 8 Calcio | 18 Lithio |
| 9 Cerio | 19 Magnesio |
| 10 Cromo | 20 Manganese |

| | |
|---------------|---------------|
| 21 Mercurio | 39 Yttrio |
| 22 Molibdeno | 40 Zinco |
| 23 Nichel | |
| 24 Oro | |
| 25 Osmio | * 41 Azoto |
| 26 Palladio | 42 Boro |
| 27 Platino | 43 Bromo |
| 28 Piombo | * 44 Carbonio |
| * 29 Potassio | ** 45 Cloro |
| 30 Rhodio | 46 Fluoro |
| * 31 Sodio | * 47 Idrogeno |
| 32 Strontio | 48 Iodio |
| 33 Tellurio | * 49 Ossigeno |
| 34 Thorio | 50 Fosforo |
| 35 Titano | 51 Selenio |
| 36 Tungsteno | * 52 Silicio |
| 37 Uranio | ** 53 Zolfo |
| 38 Vanadio | 54 Zirconio |

Questi, adunque, sono gli *elementi* numerati dalla scienza in tutta la *Natura*, non solamente nella inorganica o minerale, ma eziandio nella organica o vegetale ed animale, secondo lo stato presente delle umane cognizioni.

Un piccol numero solamente di questi elementi compone la gran massa della crosta del globo (almeno fino alla profondità a cui l'uomo aggiunse fin qui), l'atmosfera che lo avvolge, ed i corpi organizzati che vivificano la sua superficie: — e quelli di tal numero sono segnati nella serie suddetta con un asterisco.

Alcuni altri, quelli segnati con due asterischi, non sono tanto universalmente diffusi, ma nulladimeno trovansi frequentemente nella *Natura*.

Quelli però che nella nota di sopra trascritta non sono preceduti da nessun segno, sono vere rarità.

Non è frequente trovare questi corpi elementari naturalmente puri: essi combinansi a due a due, a tre a tre, a quattro a quattro, e rare volte in proporzioni maggiori; così combinati formano tutti i corpi organici ed inorganici del nostro pianeta . .

E, a proposito di queste combinazioni, non vogliamo tralasciar qui di avvertire, che gli studi dei chimici hanno fatto molto probabile la supposizione seguente: che cioè, nel regno minerale, una delle molecole elementari alle quali fu dato nome di *atomo*, si unisca con uno, due, tre, quattro, cinque altri atomi, e sei al più; di tal sorta, che, in queste diverse combinazioni uno degli elementi possa sempre esser rappresentato dall'unità. D'altronde, nella combinazione di due ossidi la quantità dell'ossigeno dell'uno è multipla della quantità d'ossigeno dell'altro; nella stessa guisa, che in quelle di due solfuri la quantità del zolfo d'uno è un multiplo preciso della quantità del zolfo dell'altro: ond'è, che nei diversi gradi di ossidazione di una sostanza, il medesimo numero d'atomi si trova unito ad uno, due, tre atomi d'ossigeno. Conoscendo dunque il peso relativo degli atomi, i loro rapporti ponno essere esattamente rappresentati per numeri e segni, come nelle formule algebriche.

Il celebre Berzelius ha calcolato il peso degli atomi di ciascuna sostanza; e dalle tavole ch'egli ha fatte, è facile ridurre in numero di atomi i pesi degli elementi di un minerale analizzato. Per esempio, l'analisi del solfuro di piombo, presentandò 86 parti di piombo e 14 di zolfo, ridurrassi in atomi, dividendo il numero 86 pel peso relativo dell'atomo del piombo, che, nelle tavole berzeliusine, trovasi uguale a 2589; e 14 pel peso relativo dell'atomo del zolfo, uguale a 201,16. Il risultamento del calcolo darà 332 atomi di piombo e 695 atomi di zolfo: e perchè questi due numeri sono appresso a poco nel rapporto di 1 a 2, però la composizione del minerale in questione sarà espressa per 1 atomo di piombo su 2 atomi di zolfo, e la formula potrà esser questa: *Pb. S²*. (vale a dire: *Piombo* (uno) *Solfo* due).

È inutile dire, come dalla formula si possa arrivare facilmente a comprendere, per una operazione inversa, l'analisi chimica di un minerale; ma quello che vogliamo far notare è il vantaggio che offre il metodo atomico, il quale dà idea molto più esatta dei veri rapporti degli elementi tra loro, di quello che non faccia la stessa analisi.

Tale in brevi parole è la *teoria atomica*, dalla quale dipende la nomenclatura dei minerali secondo la scienza. . .

Ora veniamo alla enumerazione di essi: i loro nomi rivelano l'elemento principale di cui son composti.

Tutti i minerali conosciuti sulla terra, sono questi:

Ossidi.

Idridi, semplici (idrogene) e ossidati (acque).

Nitridi, semplici, ossidati (aria?) e nitrati (nitro, ec.).

Sulfuridi, semplici (solfo), ossidati (acido solforico) e solfati (allume, sale di Epsom, gesso, ec. ec., secondo che sono combinati con l'alluminio, il potassio, il calcio, ec. ec.).

Fosforidi, fosfati, e fosfato-fluorati.

Cloridi, idrici (acido idroclorico) e clorurati (che, combinati col sodio, formano il sal marino).

Bromidi.

Iodidi.

Fluoridi.

Carbonidi, semplici (diamante), idrici, ossidati (acido carbonico), carbonati (che, combinati col calcio, formano il calcareo, e col sodio il natro), urati, mellati ed omofitari (i quali, combinati con un principio resinoso formano il succino, con un principio bituminoso l'asfalto, e con un principio carbonoso il carbon fossile, la lignite, la torba, ec.).

Boridi, ossidati, borati (i quali, combinati col sodio, formano la borace) e borato silicati (che, combinati coll'alluminio, formano la tormalina o scorlo elettrico).

Silicidi, ossidati (quarzo, agata, silice, diaspro, ossalo, ec.), silicati (che, combinati con il glucio-alluminio, formano lo smeraldo; con l'alluminio-potassico la mica, la nacrite, ec.; col ferro-alluminico il granato; col magnesio il talco, la steatite, la serpentina, ec. ec.), silicato-fluorurati (i quali, combinati con l'alluminio, formano il topazzo) e silicato-alluminati.

Thoridi.

Zirconidi.

Yttridi.

Glucinidi.

Alluminidi, ossidati (corindone, adamantino e smeriglio), alluminati e magnesici (spinello, rubino e pleonasto).

Magnesidi, ossidati.

Calcidi.

Strontidi.

Baridi.

Lithidi.

Sodidi.

Potassidi.

Zincidi, seleniurati, solfurati (blenda), solfati, carbonati, silicati (calamina), alluminati, manganesati (zinco rosso) e ferrati.

Cadmidi.

Plombidi, semplici (piombo), tellurati, seleniurati, solfurati, (galena), solfo-antimoniati, ossido-clorurati, ossidati (minio), solfati, fosfati, carbonati (cerusa), solfato-carbonati, alluminati, arseniati, cromati, molibdati e scheelati.

Stannidi, ossidati e solfurei.

Bismutidi, semplici (bismuto), solfurati, arseniurati, tellurati, ossidati e carbonati.

Uranidi, ossidati, solfati e fosfati.

Cupridi, semplici (rame), seleniurati, solfurati, solfo-antimoniati, solfo-arseniati, ossido-clorurati, ossidati, solfati, fosfati, carbonati (malachite), silicati (crisocolo), arseniati e arsenitati.

Mercuridi, semplici (mercurio), solfurati (cinabro), clorurati (calomelano).

Argentidi, semplici (argento), mercururati (amalgama), tellurati, telluro-aurati (silvano), antimonurati, arseniurati, solfo-arseniati, solfo-antimoniati, solfurati (argiroso), seleniurati e clorurati (kerargirio).

Rodidi.

Palladidi, semplici (palladio).

Osmidi.

Irididi, ormiurati.

Platinidi, semplici (platino).

Aurididi, semplici (oro).

Selenidi.

Arsenidi, semplici (arsenico), solfarati (realgar, orpimento), ossidati (acido arsenioso), arseniati e calcici.

Cromidi, ossidati.

Molibdenidi, solfurati e ossidati.

Vanadidi.

Scheelidi, ossidati e calcici.

Antimonidi, semplici (antimonio), arseniurati, solfurati (stibina), solfossidi (kermes) e ossidati.

Telluridi, semplici (telluro).

Titanidi, ossidati, zirco-ittrici e silicato-calcici.

Tantalidi, ittrici (ittro-tantalo).

Ceridi, titanati (cero-zirconici e cero-calcici), silicati (semplici, come la cererite, cero alluminici come la cerina), carbonati e fluorurati.

Manganidi, solfurati, ossidati, fosfati ferro-manganici, carbonati (diallogite) e silicati (semplici e ferromanganici).

Ferridi, semplici (ferro), solfurati o piriti (marcasita), solfo-arseniati, solfo-antimoniati, ossidati (calamita, oligisto), solfati (copparosa, neoplasio), fosfati, carbonati, ossidati, borati, silicati (semplici e ferro-sodici), silicato-alluminati, silicato-clorurati, ferro-manganici, arseniati, cromitati, scheelati, titanati e tantalati-ferro-manganici.

Cobaltidi, solfurati, solfo-arseniati, arseniurati, ossidati, solfati, arseniati e arsenitati.

Niccolidi, solfurati, solfo-antimoniati, arseniurati, arsenitati e arseniati.

Tali sono i minerali. . .

Ora, quanto alle *rocce*, mineralogicamente considerandole, diremo: che i geologi chiamano rocce i minerali, o miscugli dei minerali, che sono disposti in masse abbastanza considerevoli sulla solida crosta del globo, per potere essere comprese nel generale studio della crosta medesima.

È evidente, che le rocce denno avere proprietà fisiche simili a quelle dei minerali: ma nella stessa guisa, che il numero delle specie minerali è nella Natura molto minore di quello cui la quantità dei corpi semplici o degli *elementi* non farebbe supporre, anche il numero delle rocce è infinitamente minore di quello, che, teoreticamente, non potrebbe immaginarsi, deducendolo dal numero delle specie minerali antidette.

Tra i miscugli degli elementi minerali, altri distinguonsi per la loro frequenza nella composizione della crosta del globo, e per l'insieme delle nuove proprietà che danno ai corpi che ne risultano; ed altri, meno frequenti, spesso non consistono che nella unione di

una piccola quantità di certi minerali, con quantità più considerevoli di un altro minerale semplice o con un miscuglio di minerali, senza che notabilmente varino le proprietà della massa principale.

E qui vogliamo notare, che i geologi chiamano *parte accidentale* di una roccia qualunque, il minerale di altra natura introdotto in una massa composta di *parti essenziali*; alla quale convennero dare il nome di *base*.

E le basi delle rocce, ora sono *semplici* ed ora *miste*: e nelle *miste*, gli elementi mineralogici sono più o meno *intimamente uniti*, ma spesso l'adesione delle loro parti è tanto debole, che possono *meccanicamente separarsi*.

Di guisa tale che, considerate sotto il rapporto della loro mineralogica composizione, le rocce formano tre principali categorie, cioè:

Rocce veramente omogenee, vale a dire *a base semplice*, onde la *parte essenziale* è una qualunque delle sostanze che nominammo nella serie dei minerali di sopra trascritti.

Rocce a base apparentemente semplice, onde le *parti essenziali* sono formate dal miscuglio più o meno intimo dei minerali, miscuglio che l'occhio nudo non scorge.

Rocce a base evidentemente mista, onde le *parti essenziali* sono composte di elementi mineralogici, che la semplice vista può distinguere. . .

Ora, ecco due specchi delle metodiche divisioni delle rocce, secondo un moderno mineralogista e geologo francese, il D'Omalius D'Halloy, distinte nelle loro classi, ordini, generi, specie e sottospecie.

S P E C C H I O

DELLA

METODICA DIVISIONE DELLE ROCCE

SECONDO

IL D'OMALIUS D'HALLOY

MODERNO GEOLOGO FRANCESE

PRIMO METODO

FONDATO SULLE PROPRIETA' DELLE ROCCE

| CLASSI | ORDINI | GENERI | SPECIE | SOTTOSPECIE |
|--|---------------|---------------|--|---|
| I. ROCCE PIETROSE (Sostanze incombustibili dalle quali, in generale, non ponnosi con i processi metallurgici ordinari estrarre i metalli). | i. SILICEE. . | (A) Quarzose. | (a) <i>Quarzo.</i> (b) <i>Gres</i> (pietra arenaria silicea) (c) <i>Sabbia</i> (d) <i>Silice.</i> (e) <i>Diaspro</i> . . (f) <i>Tripoli</i> (g) <i>Brecciu mista</i> (h) <i>Psammite</i> (pietra arenaria argillosa) (i) <i>Macigno</i> (pietra arenaria argillosa calcarifera) | (a) <i>Piromaca</i> (b) <i>Cornea, Cornalina</i> (c) <i>Pietra da macine</i> (a) <i>Diaspro propriamente detto</i> (b) <i>Ftanite</i> |

| CLASSI | ORDINI | GENERI | SPECIE | SOTTOSPECIE |
|--------|--------------|-----------------|--|---|
| | 2. SILICATE. | (A) Scistose . | (j) <i>Gonfolite</i> (specie di breccia conglomerata). (k) <i>Arkosa</i> (id.) (l) <i>Yalomitto</i> (granito quarzoso) (m) <i>Siedrocristo</i> (a) <i>Scisto</i> . . . | (a) Scisto propriamente detto o argilloso (b) <i>Ardesia</i> o lavag. (c) <i>Coticulo</i> o <i>Novaculite</i> o <i>Pietra da rasoi</i> (d) <i>Scisto aderente</i> (alla lingua) (a) <i>Alunifera</i> o <i>Scisto alum inifero</i> (b) <i>Grafica</i> o <i>Scisto grafico</i> |
| | | (B) Argillose . | (c) <i>Porcellanite</i> (<i>Diaspro porcell.</i>) (d) <i>Psefite</i> (e) <i>Calcio-scisto</i> (a) <i>Kaolino</i> (terra da porcellana) (b) <i>Argilla</i> (terra plastica) (c) <i>Halloysite</i> (d) <i>Allofano</i> (e) <i>Collyrite</i> (f) <i>Smettite</i> (terra da folloni) (g) <i>Ocra</i> (h) <i>Sanguigno</i> (ocra rossa, bolo) | |
| | | (C) Feldispato. | (i) <i>Marna</i> (a) <i>Feldspato</i> (b) <i>Lettnite</i> (feldispato granoso) (c) <i>Leucostina</i> (d) <i>Tefrina</i> (lava tefrinica) (e) <i>Perlite</i> (ossidiana perlata) (f) <i>Pomice</i> (g) <i>Argilolite</i> (argilla indurita) (h) <i>Argilofiro</i> (porfido argilloso) | |

| CLASSI | ORDINI | GENERI | SPECIE | SOTTOSPECIE |
|--------|--------|------------------|---|-------------|
| | | | (i) <i>Pegmatite</i> (petunzè) | |
| | | | (j) <i>Granito</i> | |
| | | | (k) <i>Syenite</i> (granitello) | |
| | | (D) Albitiche. | (l) <i>Protogino</i> | |
| | | | (a) <i>Trachite</i> (aecrolite) | |
| | | | (b) <i>Domite</i> (vetro de' vulcani, agata nera d'Islanda) | |
| | | | (c) <i>Ossidiana</i> | |
| | | | (d) <i>Retinite</i> | |
| | | | (e) <i>Eurite</i> (pietra selce) | |
| | | | (f) <i>Porfido</i> | |
| | | | (g) <i>Ofite</i> (porfido verde) | |
| | | | (h) <i>Variolite</i> | |
| | | | (i) <i>Piromerido</i> (porfido orbicul.) | |
| | | | (j) <i>Eufotide</i> (verde di Corsica) | |
| | | | (k) <i>Granitone</i> | |
| | | (E) Granatiche | (a) <i>Granato</i> | |
| | | | (b) <i>Eclogite</i> | |
| | | (F) Micacee. . | (a) <i>Micascisto</i> | |
| | | | (b) <i>Gneiss</i> (granito venato) | |
| | | (G) Talcose. . | (a) <i>Talco</i> | |
| | | | (b) <i>Steatite</i> (pietra da sarti) | |
| | | | (c) <i>Magnesite</i> | |
| | | | (d) <i>Serpentina</i> | |
| | | | (e) <i>Marmolite</i> | |
| | | | (f) <i>Ofolite</i> (altra specie di serpentina) | |
| | | | (g) <i>Steascisto</i> | |
| | | | (h) <i>Orniblanda</i> (amfibolite) | |
| | | (H) Anfiboliche | (a) <i>Emittrena</i> | |
| | | | (b) <i>Diorite</i> (granitello) | |
| | | | (c) <i>Afanite</i> | |
| | | | (d) <i>Lherzolite</i> (pirosseno in pietra) | |
| | | (I) Pirosseniche | (a) <i>Dolerite</i> | |
| | | | (b) <i>Trapp</i> | |

| CLASSI | ORDINI | GENERI | SPECIE | SOTTOSPECIE |
|---|------------------|---|---|---|
| II. ROCCE METALLICHE (Sostanze dalle quali ponnotrarsi metalli con i processi metallurgiciordinari). | 3. CARBONATE . | (A) Calcaree . | (c) <i>Melafro</i> (porfido nero) (d) <i>Basalte</i> (e) <i>Vake</i> (f) <i>Perperino</i> (tufo vulcanico, pozzolana) (g) <i>Spilite</i> (a) <i>Calcarea</i> . | (a) Lamellare(marmo di Paros) (b) Saccaroide(marmo di Carrara) (c) Compatta(molti altri marmi) (d) Creta (e) Tufo (f) Travertino (g) Lumachella (h) Oolite (pietra a grana migliore) (i) Breccia, Broccatello, ec. (k) Calcarei diversi, carbonifero, fessido, argilloso (pietra da calce idraulica), siliceo, quarzifero, feldspatico, melanico, pirossenico, ec. ec. |
| | 4. SOLFATE . . . | (B) Giobertiche (A) Gessose . . | (b) <i>Glauconia</i> (c) <i>Cipollino</i> (d) <i>Ofcalio</i> (e) <i>Dolomia</i> (a) <i>Giobertite</i> (u) <i>Gesso</i> (b) <i>Karstenite</i> | |
| | 5. FOSFATE . . | (B) Baratiuiche (C) Celestiniche (D) Aluniche . | (a) <i>Baritina</i> (a) <i>Celestina</i> (a) <i>Alunite</i> | |
| | 6. FLUORURATE | (A) Apatitiche . | (a) <i>Apatite</i> | |
| | 7. CLORURATE . | (A) Fluoriniche (A) Sodiche . | (a) <i>Fluorina</i> (a) <i>Salmarino</i> | |
| | | (A) Ferruginee | (a) <i>Marcasita</i> | |

| CLASSI | ORDINI | GENERI | SPECIE | SOTTOSPECIE |
|----------------------------|--------|----------------|--|-------------|
| III. ROCCE COMBUSTIBILI | | (B) Manganiche | (b) <i>Sperkiso</i> (c) <i>Calamita</i> (d) <i>Oligisto</i> (e) <i>Limonite</i> (f) <i>Siderosia</i> | |
| | | (C) Ramifere. | (a) <i>Acerdeso</i> (b) <i>Calcopirte</i> | |
| | | (D) Zinciche. | (a) <i>Calamina</i> (b) <i>Scithsonite</i> | |
| | | (A) Carbonose. | (a) <i>Antracite</i> (b) <i>Carbon fos- sile</i> (c) <i>Lignite</i> (d) <i>Torba</i> | |

SECONDO METODO

FONDATA SULLA NATURA DELLE ROCCE

| <i>C L A S S I</i> | <i>ORDINI</i> | <i>G E N E R I</i> |
|--|-------------------|--------------------|
| I. | | |
| ROCCE A BASIFORMATE PER LA IMMEDIATA COMBINAZIONE DEI CORPI SEMPLICI O DEGLI ELE- MENTI | 1. CARBONATE . . | Carbonose |
| | 2. FLUORURATE . | Fluoriniche |
| | 3. CLOBURATE . . | Sodiche |
| | 4. SULFURATE . . | Ferruginose |
| | | Ramifere |
| II. ROCCE A BASI FORMATE PER COMBINAZIONE DI CORPI COMPOSTI | 5. OSSIDATE . . . | Ferruginose |
| | | Manganiche |
| | 1. SILICATE . . . | Quarzose |
| | | Argillose |
| | | Scistose |
| | | Feldspatiche |
| | | Albitiche |
| | | Granitose |
| | | Micacee |
| | | Talcoso |
| Anfiboliche | | |
| Pirosseniche | | |
| 2. CARBONATE . . | Zinciche | |
| | Calcaree | |
| | Giobertiche | |
| | Ferruginose | |
| 3. SOLFATE | Zinciche | |
| | Gessose | |
| | Baritiche | |
| 4. FOSFATE | Celestiniche | |
| | Aluniche | |
| | | Apatitiche |

Ecco i corpi di cui si occupa la mineralogia. Essi sono numerosi, tra elementi, minerali e rocce. Eppure non conosciamo che un'assai debile parte della scorza della terra. Non ne possiamo studiare l'interno che nelle valli, ed in alcune rotture che mettono al nudo le parti le più esteriori, lunghesso i fiumi e le coste, sulla cresta dei monti, nei pozzi e nelle mine che gli uomini hanno scavate per cercare certe sostanze cui l'uso ha dato gran prezzo. Ma le più profonde miniere non discendono oltre i 500 metri sotto il livello dell'Oceano, e le montagne le più elevate non aggiungono più su di 8000; oltre di che il loro dosso è ascoso tra eterne nevi: quindi la parte interna del globo non ci è cognita che sur una grossezza di circa 7000 metri, o meno di due leghe su 1500 di diametro; lo che equivale alla grossezza di un foglio di carta sur una sfera di 16 piedi!!!...

Innanzi di chiudere questa Lezione vogliamo avvertire un fatto mineralogico necessarissimo a sapersi a questo punto del nostro studio, fatto stupendo, sorprendente.

Qualunque di voi abbia visitato un museo per quanto povero di mineralogia, qualunque di voi, dico, avrà notato che non tutti i minerali sono amorfi nella loro costituzione, ma che molti hanno anzi forme di regolar figura, e spesso tanto regolari quanto nessuna esperta mano di artista saprebbe farle. La forma simmetrica di questi corpi avrà per avventura tratta di preferenza la vostra attenzione, e avrete domandato a voi stessi se fosser prodotti della natura o dell'arte.

Or sappiate ch'essi son figli della natura come qualunque altro minerale che ammirate nei musei: con nome collettivo chiamansi *cristalli*, parola che indica la regolarità delle forme loro; ma per prodursi, i loro elementi ebber bisogno di trovarsi in certe particolari e precise condizioni.

Quando i corpi passano più o meno lentamente dallo stato liquido o gassoso allo stato solido, spesso son suscettibili di prendere delle forme regolari, ed in tal caso prendono il nome di cristalli: il numero di quelli che la natura ci presenta o che possiamo ottenere per mezzo delle azioni chimiche è grandissimo; ma queste forme si varie, e qualche volta sì complicate, possono esser ridotte a breve numero di figure semplici, che però chiamansi primitive: per esem-

pio, le 120 varietà di forme del carbonato di calce ponno ridursi ad una forma unica (il romboedro) togliendo successivamente per convenevoli mezzi, porzioni del cristallo sugli angoli e sulle facce.— Questo dissi per le sostanze capaci di fondersi nel fuoco o di sciogliersi nell'acqua.

Ma la natura ci presenta allo stato cristallino un gran numero di sostanze che noi non possiamo dissolvere o liquefare nè col fuoco nè coll'acqua; come dunque poteron esse cristallizzarsi?

Per spiegare la loro formazione, diverse teorie furono proposte dai geologi e dai naturalisti: ma le esperienze recenti del Becquerel sull'uso delle forze elettriche nella chimica, han provato, quello che d'altronde si sospettava, che cioè il fuoco e l'acqua non sono i soli mezzi impiegati dalla natura per dissolvere la materia, ma che ella adopera eziandio l'elettrico, potenza formidabile, coll'uso del qual fluido il chimico può nel suo laboratorio ripetere in piccolo ciò che la Natura ha fatto in grande sul globo.

E qui noi potremmo citare cento curiose e dilettevoli sperienze di materie disciolte nell'acqua, nel fuoco e nell'elettrico, e quindi in fogge diverse e strani modi cristallizzate per sola forza di simpatia molecolare: ma devieremmo troppo dal nostro assunto; ond'è che mandiamo il lettore curioso di questi bei fenomeni ai libri che trattano di chimica: invece, noi esamineremo in brevi parole le questioni più degne di fissare l'attenzione relativamente al subietto che ci occupa.

Colpito dalla costanza di un fatto, che avea osservato sur un gran numero di sostanze, che offrivano una forma primitiva simile, ma con angoli di valori diversi, l'Haüy, uno dei più celebri mineralogi moderni, ne avea tratte delle conseguenze che divennero la base del suo sistema di *cristallografia*: egli ammesse, che ogni sostanza quand'è cristallizzata presenta una forma primitiva particolare, donde per particolari accessori derivano tutte le forme secondarie che questa sostanza può presentare: e questo in parte è vero; e il suo sistema s'era verificato sur un numero tanto grande di corpi, che il detto mineralogo dall'esame delle forme cristalline dei minerali ancor non analizzati, avea potuto predire la natura dei loro principi: — ma a poco a poco presentaronsi delle eccezioni che dimostrarono imperfetto il sistema dell'Haüy, e solamente vero come presentimento della nuova scienza della cristallografia.

Su quella base fabbricò in seguito il Mittecherlich, che indagò le cagioni delle antedette eccezioni, e scoprì, che le parti di un corpo ponno sostituirsi a quelle di un altro corpo, disponendosi in modo da formare il cristallo della stessa figura di quello che il primo costituiva; e questa proprietà della cristallizzazione volle chiamare *isomorfia*, vale a dire ugual forma.

L'edifizio della cristallografia pare omai compito colla scoperta recente di quest'altra proprietà della cristallizzazione: è stato dunque avverato, che due qualità di materia ponno cristallizzare sotto identiche forme, purchè differentissimo sia il grado di forza e di condensazione dei mezzi in cui furono disciolte, acqua, calore, elettrico. E questa proprietà fu detta *isomeria*.

Così, a poco a poco, la cristallografia, bella e vaga figlia della mineralogia, si è elevata all'altezza delle altre scienze.



LEZIONE LIX.

GEOGNOSIA

DELLE ROCCE CONSIDERATE GEOGNOSTICAMENTE

Come la mineralogia esamina ciascuna inorganica sostanza, le sue proprietà, i suoi caratteri, la sua chimica combinazione, e l'ordine che occupa nella Natura, così la *geognosia* studia le masse delle materie minerali, la posizione del loro insieme, ed i rapporti apparenti o reali che hanno con altre masse di simile o di diversa qualità. Anche la *geognosia* è dunque scienza d'osservazione: ella esplora i fatti, li registra e li qualifica secondo il loro legame o la loro analogia. . .

Nulla di quello che è nella Natura non dee rimanere estraneo alla *geognosia*: ella collegasi alla zoologia e alla botanica, per le vestigie di piante e di animali antichi sepolti nelle viscere della terra; alla mineralogia ed alla chimica per gli elementi che compongono le rocce ed i terreni; all'astronomia ed alla geografia fisica, per le induzioni ed i sospetti che la natura di quei terreni e di quelle rocce fan nascere sullo stato primitivo del globo.

Nulladimeno, la *geognosia* principalmente s'applica dell'esame dei diversi strati, che gli uni sugli altri sovrappongonsi in tutta la parte nota della scorza della terra; i terreni e le rocce, sono l'oggetto della sua speciale attenzione: ella vuol conoscere la loro composizione, i loro miscugli, le loro giaciture; vuol sapere se sono nel posto che occuparono quando formaronsi, oppure se furono da un luogo in un altro trasportate; vuol sapere se venger sollevate dalle forze cen-

trali del globo o se conservano la loro originaria posizione orizzontale; se sono isolate o se fan parte di vasto sistema; se sono stratificate, o diramate in filoni o disperse in depositi informi e capricciosi; se sono agglomerate o cristallizzate; e vuol finalmente sapere se deon la loro origine all'acqua o al fuoco.

Ecco l'assunto della geognosia!—Dessa è dunque un ramo della geologia ben arduo a cogliersi; ma bello, fruttuoso ed utile, conciossiacosachè l'uomo non abbia maggior bisogno che di conoscer compiutamente la sua dimora, e di studiarne tutte le parti, affine di trar quel miglior partito possibile da esse, per lo accrescimento della propria felicità: — ella fornisce alla storia utili schiarimenti; dirige la mano dell'operaio che cerca nel seno della terra i metalli che alimentano l'industria; fornisce indispensabili documenti all'agricoltura, alla politica economia, all'arte della guerra, all'architettura, alla statistica; finalmente, offre alla *geogenia* i necessari elementi per costituire la teorica del mondo, la quale non può acquistar probabilità che per la esattezza delle geognostiche osservazioni. . .

Ma entriamo omai in materia, e nella presente Lezione diciamo delle rocce considerate geognosticamente. In questo studio e in quello di molti altri argomenti geologici, abbiamo scelto a guida e deferiamo ai giudiziosissimi lavori e vasti del Lecoq, geologo di questi ultimi tempi. . .

Ecco la maniera di esser delle rocce nella Natura:

La scorza terrestre è composta, come dicemmo di sopra, di un certo numero di rocce: qualche volta elle passano dall'una all'altra per insensibili apparenze; ma ordinariamente sono assai distinte per poter riconoscere più o meno chiaramente le linee su cui si congiungono. — L'insieme di queste linee costituisce la stratificazione del suolo, studio del più alto interesse nella storia del nostro pianeta.

Quando si è accuratamente esaminato un gran numero di contrade; quando sonosi bene studiate le valli ed i monti, e non si è trascurato alcun mezzo di vedere in più e diversi siti il suolo privo di vegetazione, nudo, franato, scarno, si perviene naturalmente a questa osservazione generale:— che certe rocce sono accomodate a letti sovrapposti gli uni sugli altri che si chiamano *strati*, onde la grossezza, la direzione e la composizione diversificano all'infinito;

e che certe altre trovansi in *masse* di forme variatissime, non divise in strati, ma che sovente servono anzi a questi di sostegno, ovvero in ogni direzione li attraversano. Da ciò, due maniere d'esistere delle rocce nella Natura: in *masse* ed in *strati* sovrapposti.

Esistono dunque delle rocce separate tra loro per grandi suture o fessure continue, ed altre che non ne offrono: e siccome dassi il nome di *terreni* all'insieme di tutte queste rocce, ne risulta che vi sono dei terreni stratificati e dei terreni non stratificati.

Se studiasi mineralogicamente la struttura e la composizione di tutte queste rocce, si troveranno grandi differenze fra le *massicce* e quelle accomodate in strati. — Le prime sono generalmente composte di minerali duri e cristallini, che sembra siensi mescolati nell'epoca della formazione di quelle; tutte le parti, fortemente aderenti, non sono da alcun cemento legate, ma penetransi scambievolmente e deono appunto la loro durezza a quella forte commessura che è infra cristalli di differente natura. — Le seconde sono formate di minerali teneri, poco aderenti; o di frammenti legati da un cemento qualche volta visibile e tenace. Quindi due nuove denominazioni di rocca, che possono farle distinguere in *cristalline* e di *sedimento*.

È evidente che le prime furono disciolte nel fuoco, e che le seconde sono state deposte fra mezzo alle acque: ed altri indizi concorrono pure a confermare queste supposizioni; poichè non mai le prime, interamente cristallizzate, contengono avanzi di corpi organizzati, mentre all'opposto le seconde sempre ne serbano le vestigie. Le rocce formano dunque due sorta di terreni: — quelli che sono in *masse cristalline e prive di corpi organizzati*; — quelli che sono in *strati di sedimento, muniti di avanzi, di vestigie di esseri organati*.

Ma benchè queste divisioni sembrino con precisione ed esattezza tracciate, la Natura diletta in modo di tutte le meschine nostre sistematiche disposizioni, che sovente il geologo trova rocce le quali non sa a qual ordine, a qual serie riferire; e i dotti sono non di rado obbligati, con loro gran dispiacere, di posporre certi terreni per portarli dall'una all'altra categoria de' loro sistemi. Noi non ci dilungheremo d'avvantaggio su ciò, chè oltrepasseremmo il limite impostoci; e ci limiteremo a notare, che quantunque i fenomeni di so-

pra allegati sieno incontestabilmente veri, nulladimeno è difficile trovare il preciso punto di partenza, ovvero il livello geologico delle dette due grandi divisioni. . .

Ora vogliamo darti un' idea, o lettore, dei caratteri e geognostiche proprietà delle rocce non stratificate o cristalline.

Elle presentansi sotto differenti aspetti, e ordinariamente formano la parte più inferiore del suolo nella quale uom' abbia potuto penetrare, e servono di fondamento, di base, di appoggio ai terreni stratificati depositi in grandi bacini. Conseguentemente, le si distendono su quasi tutta la superficie del globo, mostransi a nudo in gran numero di paesi, segnatamente verso i due poli, e sono qua e là ricoperte dai terreni stratificati affatto da esse differenti: elle hanno penetrato tutti questi terreni, si sono iniettate a traverso le suture, gl'interstizi, le spaccature dei loro strati, ovvero, trasforandoli e rompendoli, si son fatte strada al di sopra e si sono quindi sparse e distese alla superficie di essi, e così le loro materie fumanti han vista la luce del sole: nel momento della eruzione, fuse per l'intensità del calore centrale della terra, elle hanno colato sui terreni di sedimento, ma esposte quindi agli effetti dell'aria e delle acque, le si sono appoco a poco raffreddate e consolidate. Considerando dunque quest' ultimo modo di formazione, i geologi han dato ad esse il nome di *rocce di trabocco*, perchè, anche ai dì nostri, veggonsi analoghe materie traboccare dai crateri vulcanici, ed estendersi alla superficie del suolo sotto nome di lava.

Queste rocce han dunque formato nei prischi tempi la superficie della terra: e quando la materia dei terreni non cristallini, precipitossi per riempiere le loro depressioni e formare i sedimenti, elle si elevarono in masse ovvero in filoni intercalati, sconvolsero la stratificazione d' altre rocce, rovesciarono il suolo, e traboccarono e colarono, come fan le lave ai dì nostri, e si distesero sui più moderni terreni.

Le rocce che compongono questo terreno di trabocco, benchè per la maggior parte cristalline, variano molto nella loro composizione: elle sono graniti, anfiboliti, gneiss, micascisti, porfiri, trachiti, basalti, lave, e probabilmente anche calcarei.

Qualunque sia la natura della roccia onde queste masse sono composte, elle sono spesso come distagliate da fessure e crivellate da

fori; cosicchè senza la loro struttura cristallina, senza l'esame della loro situazione relativamente alle rocce stratificate, non di rado potrebbero confondersi con esse: ma uno dei caratteri che le distingue è la mancanza di parallelismo tra le loro parti e gli strati di quelle, che sovente anzi attraversano e incrociano in tutte le direzioni. Quanto poi alla origine di quel loro tessuto celluloso, devesi riflettere, che una massa considerevole fusa, liquefatta da un gran calore, e poi soggetta al raffreddamento, dovea necessariamente acquistarlo; come, per il restringersi delle parti, deve prendere forme variatissime e dipendenti da tante locali circostanze, che sarebbe molto difficile prevederle e calcolarle. — Frattanto, quello che sembra ben singolare si è, che le rocce di sedimento, quando si considera ogni loro strato separatamente, offrono sovente lo stesso genere di fessure e di cellule. . .

Ora esaminiamo i diversi modi di disgregazione delle rocce non stratificate. Moltissime di queste rocce dividonsi in piccole sfogliette, onde le facce non sono precisamente parallele; la qual conformazione sembra derivare dalle contrazioni che le loro masse ponno aver provato nel raffreddarsi: lungi dall'essere veramente parallele, queste sfogliette, come quelle di certi scisti, terminano in punta, s'incrociano, si compenetrano, e formano degli angoli di ritiramento come quelli che sovente incontransi in diverse sieniti, negli gneiss, nei micascisti ed anche in alcuni calcarei: sovente deesi questa struttura eziandio alla presenza di un minerale a cristalli schiacciati; e la mica, il talco, la clorite, frequentemente infatti la determinano.

La disgregazione prismatica è una delle più comuni; riscontransene indizi non equivoci nei graniti, nelle anfiboliti, nei porfidi, e soprattutto nelle trachiti e nei basalti: queste ultime rocce sono divise per tutta la loro estensione in un certo numero di prismi onde il diametro è variabile come l'altezza; talora questi prismi sono quasi regolari, a cinque, sei, sette, od otto facce; tal'altra volta le fessure confondonsi su certe facce e s'allargano su altre, ed i vuoti sono riempiti da prismi più piccoli di tre o quattro angoli: se ne veggono dei retti e degli inclinati, dei curvi e dei rotondi: alcuni, formati di pezzi articolati, disuniscono facilmente; altri, tutti di un sol getto, s'elevano a grande altezza.

Qualche volta la prima divisione di sopra citata complica que-

st' altra, e i prismi risultano divisi parallelamente alla loro base in un gran numero di piastre sottili, come vedesi in certi basalti, e in diverse trachiti o fonoliti. — Simile struttura, evidentemente prodotta dalla contrazione della materia della roccia cagionata dal raffreddamento, si fa pure osservare nelle rocce che appartengono ai sedimenti, o che sono almeno dovute ad una azione affatto differente dalla fusione: ond'è che veggonsi dei gessi, e qualche volta dei calcarei, che hanno la struttura perfettamente prismatica; alcune argille lo sono in modo men regolare, come per dimostrare che la contrazione operata dall' evaporazione dell' acqua differisce da quella che risulta dalla perdita del calore.

Nei graniti ed in diverse altre rocce cristallizzate, si notano assai di sovente spacchi che presentano una certa regolarità, e che, aumentandosi sotto certi angoli, dividono il sasso in romboidi irregolari o in prismi di quattro facce, onde la base è quasi sempre inclinata: ma questo modo di divisione appartiene più specialmente alle rocce di sedimento che a quelle che qui ci occupano, e se ne trovano frequentissimi esempi nelle pietre arenarie e nelle calcaree: — occorre però, in certi casi, osservar con molta attenzione per non confonder queste fessure colle vere suture o linee degl' interstizi di congiunzione di una stratificazione regolare.

La disgregazione in sfere è pure comunissima nelle rocce cristalline: se ne trovano eleganti esempi nelle piromeridi e nelle dioriti orbiculari, e si osservano una folla di modificazioni di questa specie di divisione, nei graniti e nei basalti. In qualche caso ella forse dipende da un principio di decomposizione di queste rocce: ma principalmente, ella è dovuta ai centri d' attrazione che si stabilirono nella pasta della roccia quand' era fusa; infatti, attorno ad essi le parti sono più dense e più intimamente combinate che verso la superficie e sugli angoli; e pare, che diversi centri simili essendosi stabiliti in una gran massa di quella pasta, certe parti della roccia, sollecitate a vicenda da più di questi centri in contrarie direzioni, sieno rimaste immobili per la elisione di queste opposte forze, per cui presentansi in uno stato di non combinazione, che permette loro disgregarsi colla maggiore facilità. — Anche alcuni calcarei mostrano una tendenza a dividersi in palle, o piuttosto in callotte sferiche o concentriche; e deesi argomentare da ciò, che le stesse forze

attrattive abbiano senza dubbio agito nel tempo della loro consolidazione, come nelle rocce suindicate.

Ed eziandio diversi altri modi di disgregazione si presentano nelle rocce cristalline, come per esempio: — le crepolature irregolari che traversano in ogni direzione le grandi masse di graniti, di protogini o di anfiboliti; — le fessure parallele ed estese che si osservano nel contorno o nel piegamento degli gneiss e dei micascisti; — i punti di contatto di certe rocce, che si presentano in grandi involucri ricoperti alla maniera delle concrezioni calcaree, ma che formano qualche volta intere montagne; — e finalmente le giunture irregolari, come quelle formate a vicenda dal raffreddamento e dal moto del terreno, sui torrenti di lave dei vulcani. . .

Ciò delle masse non stratificate: ora diciamo di quelle accomodate a strati, a letti, a striscie.

Se una roccia fu deposta nell'acqua, se nessuna causa perturbatrice non venne a turbare la precipitazione della sua sostanza, ne risultò un letto orizzontale o leggermente ondulante modellato sul fondo del bacino, letto che presenta sensibilmente la stessa grossezza su tutti i punti: — e se le circostanze che concorsero a formare questo strato si saranno presentate una seconda volta, ne sarà risultato uno strato novello, al quale avrà potuto succederne un terzo, un quarto, e così di seguito. Ma se, in questa successione di depositi, alcune circostanze modificaronsi o cambiaronsi, ossia periodicamente ovvero accidentalmente, dovettero risultare delle variazioni eziandio nel deposito dei sedimenti, e gli strati di essi risentire necessariamente dell'influenza di queste anomalie.

È evidente, che in un deposito formato in perfetta calma, in un'acqua tranquilla, prime precipitansi le materie più pesanti, e quindi a mano a mano le più leggiere: infatti, nei terreni di sedimento gli strati di pietre arenarie, o di avanzi di rocce preesistenti di ineguale volume, purchè convulsioni della natura non abbiano sconvolto il suolo, occupano sempre il fondo dei bacini; e di sopra ad essi si trovano i letti dei calcarei, delle argille, e delle parti più terrose, che rimasero sospese le ultime nell'acqua perchè più leggiere.

Ma è eziandio evidente, che a dei depositi che si operano successivamente in tal maniera, non potranno precisamente assegnare i limiti tra le loro differenti epoche: infatti l'arenaria passa appoco a

poco al calcareo, che si mescola con essa; l'argilla pria contiene del calcareo, poi finalmente trovasi pura e forma uno strato separato: e se, alla fine del deposito dell'argilla, le stesse cause che trasportarono, per esempio, questi materiali in un gran lago nuovamente si produssero, troverannosi le arenarie mescolate alla sostanza superiore dell'argilla, quindi succederà di nuovo il calcareo, e via di seguito.

Così operò nei primi tempi la Natura. Poi, nel lasso dei secoli, disseccati quei grandi bacini e il fondo di essi corrosa dalle acque dei fiumi e scavato dall'impeto dei torrenti, potè vedersi a nudo il fenomeno di questi depositi dove le rocce formano molti strati facili a distinguersi pella loro tessitura, pel loro colore, pella loro grana; ma non potè riscontrarsi alcuno preciso limite tra essi perchè e' non esiste, quantunque d'altronde la stratificazione sia perfettamente regolare: spesso queste rocce sono talmente confuse, e tra loro così bene compenetransi, che il geologo è obbligato a ricorrere ai caratteri secondari per determinarne la stratificazione; ma è ben raro che ella non sia indicata all'occhio da zone colorate che indicano la differenza dei depositi, da letti di ciottoli o di frammenti della stessa grossezza depositi sur una medesima linea, e dalla situazione di certe sostanze accessorie che si formarono e si deposero in un periodo, e mancarono in un altro. Quando passò un gran lasso di tempo fra la sovrapposizione di due strati, allora le sostanze sono molto meglio ripartite, anche quando sono della stessa natura. . .

La situazione degli strati, vale a dire la loro posizione relativamente ai terreni che li sostengono, la loro direzione e la loro inclinazione, sono caratteri della più alta importanza. Diciamo brevi parole intorno a questo argomento, che in qualche modo costituisce meglio la storia dei terreni di sedimento, che la determinazione delle rocce che li compongono.

Gli strati possono trovarsi nella loro situazione primitiva, originale, oppure, lo che è più frequente, ponno aver sofferto posteriori sconvolgimenti: nel primo caso la lor giacitura è orizzontale o inclinata in certi limiti; ed il Rozet, che ha fatte molte esperienze per fissarla, ha concluso dai suoi lavori: — 1.^o che la materia può regolarmente deporsi anche sur un letto inclinato 30 gradi; — 2.^o che in ragione che l'inclinazione aumenta l'altezza del deposito diminuisce; — 3.^o che le materie leggieri ponno deporsi sulle superficie inclinate

meglio delle gravi; — 4.^o finalmente, che la ghiaia può deporsi in letti regolari anche sotto una inclinazione di 45 gradi. Oltredichè è probabile, che se nel liquido esistono azioni chimiche, i depositi denno potere formarsi anche su piani di maggiore inclinazione; poichè vedonsi nelle caverne comporsi stalattiti a strati concentrici, anche in posizioni verticali.

Ma se, dopo la deposizione delle materie, cause estranee sopraggiunsero a dislocare il bacino e disordinare la sua regolarità, allora presenterannosi strati d'inclinazione molto maggiore; specialmente se furono le rocce massicce o non stratificate quelle, che alzandosi sotto ai sedimenti e sprendosi la via verso la esterna loro superficie, produssero il fenomeno: in questo caso, gli strati ponno presentarsi anche verticali, e perfino rovesciati sotto sopra.

Da ciò, la necessità di fissare l'inclinazione delle rocce, vale a dire l'angolo che la direzione dei loro letti fa con uno strato ideale supposto perfettamente orizzontale: ed è essenziale eziandio conoscere il punto dell'orizzonte verso il quale essi dirigonsi, e i rapporti di questa inclinazione e di questa direzione colle montagne vicine, o colle rocce non stratificate le più propinque, che, per la loro apparenza alla luce del sole, dovettero determinare molti dei principali caratteri che le rocce di sedimento al presente esibiscono.

A considerarli isolatamente, questi letti stratificati offrono, come le rocce massicce, strutture variate e dello stesso genere: ma v'è però questa differenza, che le strutture più rare nelle rocce massicce, sono all'opposto le più comuni nelle stratificate; talchè, la divisione in sfoglie parallele, quella in masse romboidriche, che riscontransi raramente nelle rocce cristalline, son comuni nell'interno degli strati; mentre le strutture prismatiche e sfogliuzzate ivi molto più rare si osservano.

Anche la grossezza dei letti è un carattere a cui bisogna stare attenti; poichè, se non indica la causa che ha formato il deposito, può dare almeno la misura delle forze che agirono, comparativamente a quelle che produssero gli altri letti. Quando i letti sono della stessa natura, la differenza di grossezza riducesi sovente a piccolissima cosa; ma qualche volta è grandissima quando la loro composizione cambia. — E questo è il luogo per avvertire, che quando dei grandi strati alternano con altri più sottili, gli ultimi si chiamano *subordi-*

nati dei geologi: ma è però da notare, che tal roccia che presentasi subordinata in una località, può essere principale e subordinare alla sua volta altre rocce in altri paesi.

Questi sono i caratteri delle rocce stratificate. . .

Ora, quali sono le cause che hanno modificato in mille modi questi differenti depositi?

Quali le circostanze, che in epoche determinate e periodiche, hanno addotto analoghi cambiamenti, ed ordini sempre simili e sì sovente ripetuti nei depositi di sedimenti?

Quali le forze che hanno disordinato, sconvolto tutti quei terreni, sollevate le loro pareti, rovinati i loro fianchi, e sosperti i loro alternamenti?

Ecco questioni ben gravi, che ad ogni piè mosso lo studio della geologia solleva; ecco domande a cui la scienza tituba a rispondere, e, se risponde, baluzia, non parla chiaro, alto e franco; ecco infine questioni che confondono l'orgoglio dei dotti.

Nulladimeno, ad ota della nostra debolezza e dei poveri nostri mezzi d'investigazione, l'uomo può tentare di apprezzare da lungi alcune delle grandi leggi che reggono l'Universo, alcune delle forze che tanto potentemente agirono per modificare la crosta e la superficie del nostro piccolo pianeta: per lo che, studiando l'azione attuale di queste forze, tenteremo di far qualche passo in questo laberinto di fatti, nel quale la sola analogia può guidarci.

Quando in un bacino circoscritto lentamente depongonsi materie diverse, prime, come ognuno comprende, devono andare al fondo le più pesanti: se nuovi materiali vi sono trasportati, pur questi deporranno; e se per venti anni succede lo stesso, e formansi ventistrati diversi, sarà facile determinare l'epoca relativa dei medesimi. Il buon senso indicherà che il più recente è l'ultimo deposito, che il decimo è ricoperto da dieci altri strati, che il fondo che lo sostiene era creato avanti il deposito, e via discorrendo.

Nè fin qui è difficoltà di sorta.

Ma ammettiamo, che analoghi depositi si operino in un altro bacino lontanissimo dal primo, e che, estranei a queste località, noi li troviamo compiuti arrivando sovr' esse. Applicheremo al secondo bacino la ragione del primo; ma se ci vien dimandato, qual de' due bacini sia il più antico, non avremo che un solo mezzo per risolvere

la questione, quello cioè di paragonarli tra loro. Ora, se noi troviamo in ambedue, appresso a poco, i medesimi strati, in uguale numero o poco diverso; se gli strati di un bacino conteranno piccole assise subordinate simili a quelle dell'altro bacino; se i corpi estranei racchiusi in questi strati saranno sensibilmente identici; allora, anche se il fondo su cui riposano fosse diverso, ne concluderemmo, che i due depositi sono della stessa epoca geologica, e diremo che sono *paralleli*; vale a dire, che se i due bacini avessero potuto l'uno coll'altro comunicare, gli strati sarebbero contigui.

Voglio notar qui di passaggio, come dai geologi venga pure dato il nome di rocce *parallele* a degli *strati differenti*, quando questi presentansi nelle stesse circostanze geologiche, e sono posti fra altri strati che indicano positivamente la loro epoca: ma i geologi hanno stranamente abusato di questo termine, poichè molte rocce ch'essi considerano come parallele, formaronsi certamente in epoche differentissime: d'altronde, noi non abbiamo alcun motivo per credere, che rocce in tutto simiglianti non siensi deposte in tempi tra loro lontanissimi ed a distanza variabili, benchè non si possa negare, che l'inverso è generalmente più vero: laonde, paragonando depositi quasi simili sui due continenti del nostro pianeta, nulla ci prova che quelli d'America (per esempio) non sieno posteriori ovvero anteriori a quelli dell'Europa. . .

Ad onta di questi dubbi, sarebbe nulladimeno facile dimostrare l'epoca degli strati, se le rocce cristalline non fossersi innalzate a dritto ed a traverso, sollevando gli uni, disordinando gli altri, e molti modificandone pel loro contatto: queste rocce sursero in ogni epoca, ed ancora emergono dal seno della terra sotto forma di lave; in molti casi è difficilissimo stabilire le vere relazioni delle rocce cristallizzate e stratificate: poichè se queste ultime offrono letti paralleli, le altre non di rado presentano pure lo stesso caso, per essersi iniettate fra strato e strato delle rocce sedimentose, a segno che, parlando a rigore, il fondo che sostiene una serie di strati sovrapposti potrà esser più moderno, ed essere penetrato dopo il deposito fra il fondo antico ed il terreno recente.

Per avventura, esistono i crateri dei vulcani ove sviluppansi anche al presente tutti questi accidenti, e vedonsi chiaramente e ponnosì studiare; e benchè un tal lavoro presenti molte difficoltà, offre

nulladimeno al geologo una potente attrattiva, che lo sostiene nelle sue fatiche e gli fa superare tutti gli ostacoli: sua mira principale è quella di determinare le grandi epoche geologiche a cui vien dato il nome di *formazioni*, le quali, quantunque da molti geologi sieno considerate indipendenti tra loro, passano però dall'una all'altra per quantità infinita di gradazioni, come succede delle rocce istesse.

Le formazioni sono stabilite dalla sovrapposizione di molti *terreni particolari*, che si riproducono in una moltitudine di *depositi locali*, in luoghi tra loro sovente distantissimi. . .



LEZIONE LX.

GEOLOGIA PROPRIAMENTE DETTA

DIVISIONE DELLA SCORZA DEL GLOBO IN FORMAZIONI, TERRENI, GRUPPI, ECC.

La geologia possiede diversi metodi per studiare e presentare agli occhi la costituzione della scorza terrestre.

Questa scorza dividesi ordinariamente in varie classi o epoche, prese e distinte nella sua grossezza; ma siccome i punti di sezione non sono perfettamente segnati nella Natura, accade che le divisioni ammesse dai dotti possono essere diverse, e tuttavia assai giuste.

Vi sono degli autori che hanno preso per base della loro classazione l'ordine puramente cronologico; ed altri che si sono attenuti al modo di formazione: ma siccome tali metodi tendono più o meno a ipotesi, non sembrano aver caratteri di stabilità.

Avanti di esibire la divisione per noi creduta più opportuna per gli studiosi di questo Corso, crediamo dover far conoscere quella di alcuni tra i moderni più dotti geologi: questi raffronti dei differenti metodi spanderanno maggior lume sulla forma della scorza terrestre, di quello che non potrebbe fare una lunga discussione sui motivi che guidarono quegli autori nelle loro classazioni.

Cominciamo da quella del D' Omalius d'Halloy:

METODO DEL D'OMALIUS D'HALLOY

| <i>CLASSE</i> | <i>ORDINI</i> | <i>GRUPPI SPECIALI</i> | <i>CLASSE, metodo accessorio</i> |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------|
| TERRENO NETTUNICO | TERRENI MODERNI | Terreno madreporico | TERRENI SECONDARI |
| | | Terreno torboso | |
| | TERRENI TERIARI | Terreno detritico | |
| | | Terreno alluviale | |
| | | Terreno tufaceo | |
| | | Terreno diluviale | |
| | TERRENI AMMONICI | Terreno ninfeo | |
| | | Terreno tritonico | |
| | | Terreno cretaceo | |
| | | Terreno giurese | |
| | | Terreno liasico | |
| | TERRENI EMILISI | Terreno keuprico | |
| Terreno peneo | | | |
| Terreno carbonifero | | | |
| Terreno antracifero | | | |
| Terreno ardesiaco | | | |
| TERRENI AGALISI | Terreno talcoso | TERRENI PIRICI | |
| | Terreno granitico | | |
| | Terreno porfirico | | |
| | Terreno basaltico | | |
| TERRENO PLUTONICO | TERRENI PIRICI | Terreno trachitico | |
| | | Terreno vulcanico | |

I terreni *Emilisi*, *Ammonici*, *Tertiari*, e *Moderni*, formati e depositati nelle acque, sono quindi stratificati, e composti di rocce calcaree, quarzose, argillose, scistose, e carbonifere: costituiscono la crosta della terra fino a grande profondità, e riposano sui terreni *Agalisi*, figli del fuoco (come i *Pirici*) e risultanti di rocce feldspatiche, albitiniche, amfiboliche, pirosseniche, e talcose, onde la struttura e l'aspetto ha del cristallino.

Quanto poi allo stato di questi terreni (che il d'Omalius suddivide in un gran numero di *piani*, *sistemi*, *membri* e *modificazioni* principali), il dotto autore nota in sostanza:

1.^o — Che i terreni *Moderni*, *Tertiari* ed *Ammonici*, furono in origine orizzontalmente stratificati, benchè oggi veggansi rotti in più luoghi, inclinati in diverse direzioni, e spesso dall'azione del calore dei terreni plutonici, che s'innalzarono dalle parti centrali del globo, alterati nella loro interna costituzione e nelle loro fisiche proprietà.

2.^o — Che siccome questi sollevamenti furono sempre accompagnati da grandi oscillazioni dell'Oceano, perchè il letto di esso o s'innalzava o si approfondiva, in quell'orrendo tramutamento delle acque le immense rapidissime correnti del mare trasportarono a grandi distanze enormi masse di materiali, le quali, calmato il cataclisma, depositarono nelle fessure e negli spacchi prodotti negli strati superiori dallo innalzamento dei terreni plutonici.

3.^o — Che dipoi, tornata la calma nella Natura, ricominciarono le creazioni della vita; — sotto le acque si produssero i meravigliosi lavori delle madrepore e dei coralli, e sulla terra asciutta nacquero gli arbori e le erbe: — ma che più di una volta quel lavoro della vita rimase interrotto, perchè nuove commozioni venute dall'interno agitarono la crosta della terra, e produssero nuove rivoluzioni alla sua superficie.

4.^o — Che nei terreni *Emilisi*, ultimo ordine dei *Nettunici*, l'antico paralellismo della stratificazione è anche più alterato che nei terreni antecedenti; poichè gli strati sono in ogni senso inclinati, e spesso hanno posizione quasi verticale.

5.^o — Che i terreni *Plutonici*, e specialmente il granito ed il porfido, inserironsi in mezzo ai detti terreni *Emilisi*, e stranamente ne alterarono la natura; e che i basalti, e le lave vulcaniche in ogni parte li attraversano.

6.^o — Che, in generale, le alterazioni, i rovesciamenti degli Emili furono anteriori alla formazione dei terreni Ammonici, i quali stanno sopra di essi quasi perfettamente stratificati; e che nelle loro più profonde fessure sono grandi depositi di terreno diluviale.

7.^o — Finalmente, che il granito, il porfido, il basalte, e le rocce trachitiche tanto spinsero innanzi, che giunsero a vedere la luce del sole, tutto per via alterando, rompendo, rovesciando: e che il terreno vulcanico traboccò e trabocca sulla superficie della terra, e formò e forma intere montagne, alcune delle quali fumano, ardono ancora ed eruttano. . .

Ora, ecco il metodo di un altro distinto geologo, il Rozet, che divide la corteccia del globo in *serie, epoche, terreni, formazioni*, ec. ec.

STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA.

Vulcano acceso

| | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| PRIMA SERIE | 1. ^a Epoca | Terreno posdiluviano. | | |
| | 2. ^a Epoca | Terreno diluviano. | | |
| | 3. ^a Epoca | Terreno suballan- tico | 1. ^a Formazione. | |
| | | | 2. ^a Formazione | |
| | SECONDA SERIE | 4. ^a Epoca | Terreno cretoso | 1. ^a Formazione |
| | | | | 2. ^a Formazione |
| | | | | 3. ^a Formazione |
| | | Terreno giurese | 1. ^a Formazione | |
| | | | 2. ^a Formazione | |
| | | | 3. ^a Formazione | |
| 4. ^a Formazione | | | | |
| 5. ^a Formazione | | | | |
| Terreno vogico | | 1. ^a Formazione | | |
| | | 2. ^a Formazione | | |
| | 3. ^a Formazione | | | |
| 5. ^a Epoca | Terreno carbonifero | 1. ^a Formazione | | |
| | | 2. ^a Formazione | | |
| Terreno scistoso | 3. ^a Formazione | | | |
| | Formazione unica | | | |
| 6. ^a Epoca | Terreno primitivo | 1. ^a Formazione | | |
| | | 2. ^a Formazione | | |
| Terreno plutonico | 3. ^a Formazione | | | |
| | 4. ^a Formazione | | | |
| | 5. ^a Formazione | | | |
| | 6. ^a Formazione | | | |
| | 7. ^a Formazione | | | |

Queste quattro linee verticali rappresentano il tragitto dei vulcani spenti ed accesi

- Calcareo e silice lacustre
- Arenaria, sabbia, calcareo
- Marna azzurra, macigno
- Calcareo, ec.

- Creta bianca
- Creta tufacea
- Glauconia cretosa
- Gault
- Arenaria verde
- Argilla di Veald, sabbie, calc.

- Oolite di Portland
- Argilla di Kimmeridge
- Calcareo marnoso
- Calcareo compatto
- Calcareo oolitico
- C. siliceo, sabbie ferruginose
- Marna azzurra
- Calcareo marnoso
- Cornbrash, forest-marbre
- Marna scura, grand'oolite
- Terrada folloni, oolite infer.
- Marne scistose
- Calcarei a grifee

- Arenaria keuperica superiore
- Marne iridiate
- Arenaria keuperica inferiore
- Gesso e sal gemma
- Muschelkak
- Arenaria screziata
- Arenaria vogica
- Zechstein
- Arenaria rossa

- Arenarie e schisti carboniferi
- Arkose e scisti
- Calcareo grigio
- Calcareo nero
- Psammiti, ec.
- Arenaria rossa

- Quarziti e psammiti
- Calcarei
- Filladi, ec.

- Fulscisti
- Micascisti
- Gneis

- Leptinite
- Granito, sienite, protogino
- Rocce granitoidi
- Porfidi
- Euriti, dioriti, afaniti
- Trachiti
- Basalti e doleriti
- Lave dei vulcani

Il Labèche divide la crosta solida del globo in due grandi serie: *Terreni stratificati*, e *Terreni non stratificati*.

Quindi suddivide la prima serie in dieci gruppi o epoche, cioè:

- 1.^o Gruppo moderno;
- 2.^o Gruppo dei massi erratici;
- 3.^o Gruppo sovracretaceo;
- 4.^o Gruppo cretaceo;
- 5.^o Gruppo oolitico;
- 6.^o Gruppo delle arenarie rosse;
- 7.^o Gruppo carbonifero;
- 8.^o Gruppo della *grauwacke*;
- 9.^o Gruppo fossilifero inferiore;
- 10.^o Gruppo stratificato inferiore non fossilifero.

Poi considera i terreni non stratificati (i *plutonici* delle classazioni precedenti), che sono inferiori a tutti gli altri.

Tali sono i principali sistemi dei geologi sulla divisione della scorza del globo. . .

Ma per dare un'idea generale della costituzione della medesima, siccome sembra conveniente in un'opera come questa, abbiam pensato, che sarebbe opportuno seguire una divisione più semplice e più generalmente accomodata ai bisogni di persone, le quali (come il maggior numero dei lettori di questo libro) non fanno nè vogliono fare uno studio speciale della geologia. Se la seguente combinazione paresse inammissibile agli occhi de'dotti, crediamo che nessuno potrà negare ch'ella ha almeno il vantaggio di rendere evidente la perfezione dei metodi qui da noi sopra descritti.

L'ordine più naturale di una descrizione geognostica ci è sembrato consistere nel prendere un raggio terrestre all'estremità da noi conosciuta e seguirlo quanto più è possibile, descrivendo tutte le sostanze che trovansi a diverse profondità.

Ma siccome tali sostanze presentansi in una infinita varietà, così questa descrizione ridurrebbe ad una nomenclatura arida, senza interesse, e però inutile, sendo che non averebbe per scopo la dimostrazione dei rapporti che si trovano fra certi depositi, e dei legami che formano i gruppi.

La geologia deve essenzialmente aver di mira la discoperta delle leggi che hanno presieduto alla formazione della scorza del globo;

senza di che ella è una sterile scienza: ma ciò non può fare, fuorchè studiando i rapporti. Bisogna dunque aggruppare le sostanze, riunendo tutte le parti che hanno bastante numero di caratteri comuni per far credere che appartengono ad uno stesso ordine di cose, senza occuparsi troppo della causa che ha potuto produrre queste analogie: — o che elle provengano da una cronologia rispettiva, o dal modo di formazione, o dalla natura stessa delle sostanze, ciò poco importa: la scienza se ne impadronisce per dirigere i suoi passi, lasciando alla geogenia la libertà di servirsene per costruir sistemi e risolvere il gran problema della creazione

Abbiamo dunque cercato i caratteri della divisione da noi ammessa nelle forme esteriori, nella posizione, nella maniera d'esistere delle sostanze; in una parola, in modificazioni puramente descrittive: dividemmo la crosta terrestre a noi cognita in cinque *inviluppi*, fra l'uno e l'altro dei quali le transazioni ci parvero bene marcate.

Perchè la geologia deve occuparsi di tutto il globo, la nostra tavola comincia dall'*inviluppo dei fluidi*, che formano una parte tanto considerevole della scorza del pianeta che abitiamo.

I prodotti vulcanici hanno sempre imbarazzato le metodiche divisioni geognostiche, per due ragioni: 1.º perchè trovansi alla superficie del globo, ove si accumulano anche al presente; 2.º perchè rinvengonsi a tutte le profondità della crosta, ed appartengono a tutte le epoche ed a tutte le rivoluzioni: ond'è, che molti autori ne hanno fatta una classe a parte. — Ma senza inquietarci delle differenze d'epoca di questi prodotti, nè tampoco della loro elevazione o della loro profondità nella massa geognostica, val meglio porli di sopra a tutti i prodotti moderni, e colà infatti si trovano il più comunemente. Lo stesso milita pelle torbe e pelle madreporiti, che appartengono al tempo stesso ai terreni moderni, e a quasi tutti i gruppi dei primi inviluppi terrestri.

Per dare poi un'idea dei rapporti che esistono fra la zoologia e la geologia, è nel seguente specchio una colonna, ove sono indicati i *fossili* che ordinariamente accompagnano ciascuno *inviluppo* della scorza del globo.

| INVIILUPPI TERRESTRI | CLASSI DEGLI ELEMENTI | GENERI | SPECIE E VARIETA' | AVANZI DI CORPI ORGANIZZATI |
|----------------------|-----------------------|---|--|--|
| 1.° INVIILUPPO | Elementi fluidi | Fluido aeriforme Fluido acqueo . | Aere puro Aere nebuloso Acqua gelata Acqua liquida Acqua mineralizzata | |
| 2.° INVIILUPPO | Elementi in attività | Produzioni ignee Prod. animali Prod. vegetali Prod. fluviali | Lave, fanghi, tufi, bitu. Basalti, trachiti Madraporite Tericcio antico Torbe Alluvioni recenti Arene | Questo inviluppo contiene avanzi dell'industria umana e vestigie di tutti gli esseri attualmente viventi. |
| 3.° INVIILUPPO | Elementi misti | Sciolti Correnti | Deposito arenaceo Ghiaie, ciottoli <i>Falun</i> Ossamentadellecaverne Massi erratici Ferro d'alluvione Ligniti e marne Argille Gessi <i>Molasse</i> Agglomerati Breccia ossea Calcareo ordinario | Avanzi di grandi mammiferi terrestri. Gli animali e i vegetabili numerosi, di cui gli avanzi si trovano in questo inviluppo, non differenziano che pochissimo dagli attuali. Le ossa dei primi non sono ancor del tutto fossili. Vi si trovano pure avanzi dell'industria umana. |
| 4.° INVIILUPPO | Elementi stratificati | Rocce amorfe . Rocce cristalline | Terreno cretaceo . Terreno giurese Terreno vosgico Terreno carbonifero Terreno antracifero . Terreno scistoso Terreno talcoso Terreno granitoide | Zofiti, grifee, pettini, terebatule, bellemi, spire, denti di pesci-molluschi, rettili, ec. ec. Vegetabili: cicadendri, coniferi, sigillari, esquiseti, clamidii, fucoidi, lepidodendri, ed altri vegetabili. Non più traccia di vite. |
| 5.° INVIILUPPO | Elementi solidi | Granitoidi . . . Porfiroidi . . . | Leptiniti Syeniti Euriti Graniti, ec. Dioriti Afaniti Porfidi, ec. | La maggior parte dei geologi considera queste sostanze, di apparenza cristallina e sovente vitrea, siccome avanzi provata l'azione del fuoco. |

QUESTA LINEA RAPPRESENTA L'ESTREMITA' SUPERIORE DI UN RAGGIO TERRESTRE

La sola ispezione della serie degli elementi che entrano nella composizione della scorza terrestre, basta per mostrare che avvi progredimento di densità andando dalle superficie inverso il centro: dall'etere fino al porfido, meta delle nostre cognizioni nell'interno del globo, questa progressione è appresso a poco costante; di maniera tale che, se tutti gli elementi che formano questa massa fossero stati mescolati in un liquido, il deposito si sarebbe formato nell'ordine da noi conosciuto.

Perchè, dunque, la progressione di densità non continuerà fino al centro della terra?

Non è egli per l'effetto della loro poca densità che gli elementi fluidi stanno alla superficie?

Benchè nella tavola precedente, come in tutte quelle esibite dagli altri geologi, gli involuppi veggansi sovrapposti nel senso del raggio terrestre, non bisogna concluderne, che nella Natura sieno così disposti: forse, non v'è un solo punto sulla terra ove possiamo ritrovarne la serie tutta intera; ognuno alla loro volta, incontransi alla superficie del globo, ove occupano spazi più o meno estesi.

L'ordine naturale fu distrutto dai cataclismi e dalle perturbazioni che la terra ha provate: le inclinazioni dei letti stratificati, gli sprofondamenti, le corrosioni, i depositi d'ogni genere, hanno alterata la forma prima, quella che sembra più analoga alle leggi cognite della Natura; e con fatica, e per via di attenti esami, i dotti pervengono a ristabilire la scala geognostica, assegnando a ciascun paese il grado che deve occuparvi.

Quantunque la *paleontologia* (di essa parleremo fra breve) sia la parte più congetturale della geologia, è però impossibile di non ammettere una cronologia relativa delle diverse geognostiche formazioni: quando ci limitiamo a divider la scorza del globo in un piccolo numero di *gruppi*, la loro differenza d'epoca colpisce gli sguardi. D'altronde, non può porsi in dubbio, che non si operi sulla terra una lenta sì ma continua rivoluzione che sempre rinnova l'ultima sua crosta: se si passa dal *terzo involuppo* a quello che segue, vale a dire dal terreno detto *diluviale* al terreno *ammonico* del d'Omalus, la differenza è ugualmente sorprendentissima; nel primo trovasi un misto disordinato di tutte le sostanze che appariscono alla superficie del globo, e chiaramente vedesi, che avanti la loro deposizio-

ne, queste sostanze furono mescolate, tolte di posto, rotolate, alterate da una inondazione che ha coperto tutte le terre conosciute:— ed è evidente eziandio, che questa rivoluzione è posteriore a quella che ha prodotto le montagne ammoniche. . .

Cosa molto degna veramente d'osservazione è questa: che i terreni dell'ultima grande rivoluzione contengano rocce di tutte le montagne presentemente esistenti, mentre le montagne calcaree, che formano un gran sistema di formazione, ordinariamente chiamato *secondario*, quasi non altro contengono che rocce primitive: lo che meravigliosamente si accorda coll'opinione dei moderni geologi, che pone l'origine delle montagne primitive ad un'epoca più vicina di quella delle montagne secondarie. . .

Dopo questi generali avvertimenti, noteremo alcune cose riguardanti la composizione e la successione degli *inviluppi* dimostrati nel precedente specchio.

1.^o Inviluppo. — Nulla aggiugneremo sull'inviluppo fluido del globo: giudicammo dovesse far parte della tavola, perchè, appartenendo alla massa terrestre onde segue le leggi, appartiene pure essenzialmente alla geologia. . .

2.^o Inviluppo. — Siccome i differenti elementi che compongono il secondo inviluppo non ricevono alcuna influenza gli uni dagli altri, è impossibile di assegnare ad essi un ordine rispettivo; trovansi tutti successivamente in qualunque posizione. . .

3.^o Inviluppo.!— Abbiamo dato ai terreni di questo inviluppo la denominazione di *elementi misti*, perchè infatti presentansi generalmente sulla terra sotto l'aspetto di vasti depositi di tutte le rocce, in stato di miscuglio. Le sostanze diluviali sono sovente accomodate a strati, e spesso nella disposizione di tali materie possiamo trovare prove, che certi piani del deposito sono stati formati nell'atto medesimo della gran rivoluzione che ha prodotto tutto il deposito medesimo: per esempio, veggonsi grossi strati ove le materie si sono accomodate nell'ordine relativo alle differenti gravità specifiche; procedendo dall'alto in basso, trovasi sabbia, marna, ghiaia, selci rotolate, onde le dimensioni crescono colla profondità. I geologi distinguono molti piani la cui altezza oltrepassa qualche volta i cento metri.

La causa produttrice di questo inviluppo terrestre ha cessato d'agire molto tempo innanzi i tempi storici, siccome vedesi dai rimasugli dei corpi organizzati che contiene.

Soltanto nella parte inferiore il deposito diviene coerente.

I massi erratici misti a questo depositato, sono rocce silicee, amfiboliche, granitiche, quarzose, ec., venute (ancora non è chiaro il come) dai monti primitivi.

L'altezza del deposito diluviale è minore verso le montagne, e sempre più aumentata avanzandosi nelle pianure. . .

4.^o *Inviluppo*. — Dal terreno diluviale si passa molto rapidamente a un involuppo geologico più denso, più solido, più costantemente stratificato, più distinto nei caratteri geognostici, paleontologici e mineralogici. Questo involuppo, che mostrasi scoperto in vaste estensioni di paese ove forma colline, montagne, catene principali, ec., è per la scienza un orizzonte luminoso; ma siccome costituisce la porzione più estesa della scorza terrestre, bisogna suddividerlo, e qui nascono le difficoltà e le incertezze: forse il carattere più sicuro per dividere quest'involuppo in due gruppi, è il passaggio delle rocce terrose alle rocce cristalline. Il primo gruppo comprende i terreni ammoniaci del d'Omalus, (terreni *secondari* del Werner, *souvramediali* dell'Horner, ec.) il secondo comprende il terreno di transizione (del Werner), terreno intermedio, ec.

In quanto ai caratteri comuni ad essi, eccoli:

Le sostanze onde quest'involuppo è composto sono generalmente disposte in strati o letti di una grossezza che varia da dieci metri a pochi centimetri. Tutti questi strati sono o più o meno inclinati, e l'inclinazione pare accrescersi discendendo. Le rocce di tutta la serie sono in generale dure e compatte. Gli strati sembrano divenir meno alti avvicinandosi alla loro estremità inferiore; la loro struttura ha una tendenza lamellare. I differenti piani di ciascuno di questi gruppi sono separati da letti di sostanze meno compatte.

Ora ecco i caratteri particolari. Il gruppo superiore contiene molti fossili, l'altro non ne ha che pochi. Nel superiore, domina il calcareo, nell'inferiore la silice. Il primo non contiene che una specie di metallo, il ferro; il secondo contiene tutti i metalli. Benchè il primo gruppo sia posto al disopra, il secondo ha generalmente un'elevazione più considerevole sopra il livello del mare. . .

5.^o *Inviluppo*. — Dopo un passaggio lento, insensibile, che manifestasi col *gneis*, e procede coi protogini, le *arkose*, arrivasi finalmente alle masse mancanti di qualunque stratificazione, le quali si mostrano

sotto diverse forme, sempre o più o meno cristalline. Siccome questa massa non ha alcun carattere di deposito, è stata riguardata per lungo tempo come formante il nocciolo della terra, il fondamento su cui riposano gli altri involucri; ma veramente ella non è che un involucri sotto del quale si trovano altre sostanze, da noi non conosciute che per le emanazioni acidule e vulcaniche. La massa non stratificata si mostra su tutte le parti del globo, ordinariamente moltissimo estesa ed alta. Scendendo nella serie delle rocce granitoidi, veggonsi i differenti elementi del granito confondersi sempre maggiormente e convertirsi in una pasta uniforme, compatta contenente cristalli di feldspato evidentissimi:—il porfido termina la scala geognostica.

Ciò che avvi di notevole in questa formazione si è, che quanto più si scende e tanto maggiormente i suoi caratteri si confondono con quelli dei trachiti, dei basalti, delle lave, dei prodotti ignei in una parola, che veggonsi alla superficie attuale del globo: la pasta dei porfidi è sovente sparsa di fessure, crivellata da piccole cavità e piena di bolle come sovente riscontransi nelle vetrificazioni; inoltre, è penetrata da filoni di eurite e diorite compatta, e da altre sostanze di formazione *trappica*: infine, questo involucri contiene filoni metallici di varie specie.

Ora, queste considerazioni han dato luogo a pensare, che la scorza terrestre possa esser veramente distinta in tre involucri, l'intermedio dei quali sia il più antico.

L'*involucri esterno* prova cangiamenti giornalieri, e ne ha provati in tutte le rivoluzioni posteriori alla creazione.

L'*involucri interno* ne prova pure per l'azione del fuoco centrale: non v'è dunque d'inattivo che l'*involucri intermedio*, che porta caratteri di grande antichità, e che componesi delle rocce *gneistiche*. . .

Cause del genere delle forze che agiscono lente ma continue a degradare al presente e modificare la faccia della terra, operarono senza dubbio altre volte. I depositi che attualmente si formano, sono il risultamento di una folla d'azioni parziali, che devono far variare all'infinito i caratteri dei terreni che sono creati giornalmente da esse:—da un lato, l'azione dell'aere e delle meteore acquose, che produce ed affretta la decomposizione delle rocce; l'impeto delle

piogge e dei ruscelli che ne trasportano i frammenti; le oscillazioni dei mari che rodono le coste, e le correnti dei grandi fiumi che depongono alla loro foce gli avanzi dei continenti; — dall'altro, le forze della vita costantemente occupate a produr piante ed animali, che muoiono e lasciano le loro spoglie sulla terra leggiera che l'acqua toglie e porta al basso, tutti questi fenomeni, che giornalmente produconsi ed incessantemente agiscono, dimostranci, che i terreni di sedimento d'altro non risultano che di una massa enorme di avanzi dei tre regni della Natura.

Tali sono le forze, che, come in antico, attualmente agiscono; ma nei remoti tempi elle furono di un' intensità assai più grande, e n'è prova questa, che i vecchi terreni di sedimento mostransi più alti ed estesi dei recenti: — ma quando si cerca di conoscere la loro composizione, di presente si osserva, che è la stessa di quella dei terreni moderni, e che basta aumentare l'azione delle cause oggi operanti, per spiegare perfettamente gli antichi più grandi risultati. Quei piccoli depositi che formansi alla foce dei fiumi, quelle pianure coperte di sabbie e di ghiaie abbandonate dalle acque, ricuoprono altri terreni: nella stessa maniera procedette la Natura in epoche anteriori; e le antiche operazioni di lei dimostrano, che grandi ammassi d'acqua ed immense correnti solcarono un tempo la terra.

Questi vetusti depositi riempiono grandissimi bacini scavati in mezzo a rocce cristalline, ed aggiungono sovente all'altezza di centinaia di metri, e qualche volta a più di mille. Occupano le depressioni, le cavità di un suolo creato da forze totalmente diverse da quelle alle quali devono la loro origine, e ciascuno di essi risulta di una serie di strati posti gli uni su gli altri, i quali sovente per apparenze insensibili passano e confondonsi l'uno nell'altro. Non di rado, la vicenda periodica di strati alternativamente sottili e grossi, indica nei depositi alternativa di cause particolari, e prova che in antico successe quello che oggi avviene nelle piene periodiche dei grandi fiumi, che adducono alle loro foci, ovvero nei laghi che traversano, depositi abbondanti nella stagion delle piogge, e quantità poco considerevole di materia in ogni altro tempo.

È dunque evidente, che gli antichi depositi di sedimento formaronsi come i nuovi: infatti, in ogni formazione trovasi uno strato

d'arenaria o di frammenti assai voluminosi che occupano la parte più bassa; sopra distendonsi le sabbie, e le arenarie fini; quindi i calcarei e le argille, onde le particole estremamente tenui rimanendo sospese le ultime, depongonsi infine in strati omogenei ed uniformi.

Ma i letti costituiti dagli antichi terreni di sedimento sono molto più densi di quelli dei depositi odierni: compressi da grandi masse d'acqua, dovettero considerabilmente addensarsi e prendere tessitura più compatta delle attuali alluvioni, che frequentemente sono del tutto incoerenti, altra pressione non provando, che quella dell'atmosfera; e deono esser molto più compatti eziandio perchè, essendo quasi tutti dotati di un cemento calcareo, onde la maggior parte delle rocce moderne sono sprovviste, le azioni climiche concorsero a legarne insieme le parti, che nei sedimenti moderni rimangono disciolte e incoerenti. Anche le forze organiche essendo allora più attive d'adesso, i fossili dovettero essere più numerosi, e questo è quanto effettivamente si osserva: gli esseri organati hanno lasciato in tutti quei letti enorme quantità di avanzi perfettamente riconoscibili; e forse devesi attribuire alla decomposizione di tanta copia d'animali, l'odor fetido che per confricazione la maggior parte delle rocce calcaree esslano.

Meno alterabili degli animali, i vegetali hanno non solamente lasciato i loro frutti e numerose impronte delle loro frondi negli antichi terreni di sedimento; ma trovansi eziandio quasi interi in certi letti, d'onde traonsi adesso in gran copia materie combustibili: di maniera tale che, dai depositi di torba e dai letti di lignite, nelle quali le piante di un mondo anteriore al presente hanno conservato quasi tutti i loro caratteri, fino ai depositi di carbon fossile e d'antracite, che non offrono che una tessitura compatta o una struttura frammentaria, osservasi una serie di apparenze ovvero di gradi d'alterazioni, che provano, che ad epoche differenti, i vegetabili sono stati soggetti a forze tanto più intense quanto più sono lontani dai tempi attuali, benchè queste forze abbiano nulla di manco i più grandi rapporti colle nostre piccole azioni contemporanee.

L'esame delle vestigia dei vegetali e degli animali del mondo primitivo, è di grande importanza nello studio di questi terreni: infatti, fu quell'esame che fece emerger questo fatto sorprendente, il

quale è omai un assioma inconcusso della scienza che, cioè : a misura che ci allontaniamo dalla superficie della terra, vale a dire dei terreni dell' epoca presente, gli avanzi dei corpi organizzati che riscontransi nei terreni a mano a mano più profondi, appartennero ad esseri ognor più diversi da quelli che oggi sussistono ; e finalmente si giugne a comprendere, che la fauna e la flora dei tempi in cui si depositavano i primi terreni di sedimento, in nulla rassomigliano alla creazione della epoca nostra. Se nei depositi più recenti trovansi vestigie di specie di esseri organati simili a quelli che vivon tuttora, bisogna però andare a cercare le identiche nelle contrade più calde della terra, e tutto ci prova, che quella gran potenza di vita che si manifesta ancora sotto la zona torrida, si estendesse nei remoti tempi su tutto il pianeta, onde la temperatura alla superficie deve esser andata d' allora in poi gradatamente diminuendo. . .

Un esame attento degli avanzi fossili che abbondano nei terreni di sedimento ha svelato un altro fatto curiosissimo, ed è : che una parte di essi si depose nel mare, ed un' altra nelle acque dolci ; prova, che esistettero altra volta grandi mari che coprivano la superficie attuale dei continenti, od almeno ampi bacini d' acqua salata, e vasti laghi di acqua dolce. Negli uni e negli altri, deposersi letti di sedimento, come probabilmente depongonsene in fondo dei mari e dei grandi laghi e bacini presenti ; ed è naturalissimo, che gli avanzi degli esseri organati caduti in fondo dell' acqua, o trasportati dai fiumi fino ai luoghi più imi delle loro correnti sienvisi impastati e misti coi sedimenti che al tempo stesso vi si deponcano.— Cosicchè possiamo benissimo renderci ragione della creazione di tutti i letti dei terreni di sedimento, e della presenza di tanti avanzi fossili nei grandi laghi e bacini che allora esistevano, per la semplice applicazione delle forze ed azioni attuali, aumentando però opportunamente la loro intensità. . .

Quanto poi alle cagioni che hanno alzati questi terreni altra volta immersi sotto mari profondi ; quanto alle forze che hanno spezzato i loro letti, ed aperto in mezzo ad essi fessure e caverne in parte vuote ancora, ed in parte ripiene ; che hanno rialzato gli strati in ogni sorta di direzione, e sollevati i terreni conchigliiferi fino sulle cime dei monti ; tutte queste cause e queste forze ponno pure in-

tendersi volgendo l'attenzione a cause e forze presentemente agenti alla superficie del globo: ma bisogna, come delle prime, aumentarne colla immaginazione la potenza: — è facile però comprendere, ch' elle non appartengono alla categoria delle forze esteriori che ci hanno più specialmente occupato fin qui: di esse diremo distesamente nella futura Lezione. Qui solo aggiugneremo, per chiudere il nostro discorso sulle formazioni, sui depositi, sui terreni di sedimento, che v'è una circostanza che merita di fissare tutta la nostra attenzione, ed è il miscuglio nei medesimi letti od in assise sovrapposte, di corpi marini e di animali che vissero nelle acque dolci.

È facile concepire, che rocce formate sotto le acque del mare, e contenenti gli avanzi dei suoi abitatori, possano essere ricoperte da strati evidentemente depositati nelle acque dolci; poichè un accidente, ovvero una scossa violenta, può far emergere una porzione di terreno sottomarino, e le acque dolci quindi per lungo tempo occuparlo: — ma è più difficile comprendere la lunga serie alternativa di strati formati sotto l'influenza delle acque dolci e sotto quella delle acque salse; e nulladimeno ciò si osserva in molte località. Nella provincia Senese, specialmente, ove sono immensi depositi antichi marini e lacustri, io ho contate e attentamente verificate fino a sei di queste curiose alternative: il terreno d'acqua dolce, è ricco di conchiglie che non ponno aver vissuto che nei laghi, ed in esso tra le altre se ne rinvencono delle univalve, delicate e graziose, vestite ancora dei loro nativi colori.

Alcuna volta gli avanzi che provengono da corpi marini trovansi mescolati con avanzi di animali che hanno vissuto nelle acque dolci over sulla terra; ed altre volte i letti sovrapposti contengono separatamente gli avanzi che appartengono all'una ovvero all'altra di queste due grandi divisioni dei corpi organizzati: e vogliamo notare, che la presenza di questi diversi avanzi ha fatto dividere i terreni di sedimento in due classi, secondo che sono stati depositati nelle acque dolci o nelle marine. Cercossi spiegare per grandi cataclismi l'alternativa di questi due generi di depositi, e fu creduto, che il mare, dopo aver dimorato lungamente su certi terreni, se ne ritirasse; e che le acque dolci venute a rimpiazzare le onde salse, e poi il mare rinnovellandovi ancora il suo soggiorno, avesservi a vicenda abbandonati e deposti i corpi delle loro creature.

Ma coloro che cercarono di spiegar tutto per mezzo di grandi rivoluzioni, e per immense oscillazioni dei mari, non pensarono, che ritirandosi da una riva l'Oceano abbandona tutte le altre, poichè la superficie dell'acqua sempre riprende il suo livello; cosicchè un fenomeno accaduto nel bacino di Parigi, per esempio, avrebbe dovuto prodursi su tutte le coste dei due continenti. Il mare non può dunque ritirarsi da una riva, ma può questa riva medesima alzarsi sopra le acque: è però molto difficile ad ammettere, che una considerevole porzione di terreno, un intero bacino, abbia potuto essere successivamente sollevata ed abbassata più volte per permettere la formazione di depositi così estesi e tanto diversi.

Nell'azione adunque di cause tuttora agenti bisogna cercare la spiegazione ragionevole anche di questo fenomeno: e se ci rammentiamo, che i grandi fiumi trasportano a riva il mare enormi quantità di avanzi che alla loro foce depositano; se riflettiamo alle continue lotte dell'Oceano contro i liti, ed alle creazioni e distruzioni successive che da quelle derivano, comprenderemo facilmente la ragione di quel miscuglio d'avanzi nelle medesime assise, o della loro successione in letti alternati: ogni giorno noi vediamo le correnti dei fiumi trasportare le conchiglie d'acqua dolce, insieme cogli avanzi di mammiferi che le piogge adducono nei loro letti; vediamo galleggiare alla loro superficie alberi interi che i nubi e le piene hanno sradicati, e tutti questi avanzi seppellirsi sotto alti letti di melma e di arena; e se riflettesi, che le correnti marine possono dal canto loro addurre in mezzo a questi tritumi dei continenti le spoglie dei loro numerosi molluschi, allora spiegasi naturalmente la ragione di quelle straordinarie riunioni d'esseri nati e vissuti in luoghi sì diversi. Nell'epoca delle periodiche piene dei grandi fiumi, è noto che le loro acque lottano con vantaggio contro quelle del mare, e accrescono i *delta* depositando nuovi letti di melma; mentre in tempo di basse acque l'onda del reflusso rimonta i loro letti, ove porta e depone arene ed avanzi d'animali marini, che più tardi saran ricoperti dal fango dell'alluvione, e dal miscuglio degli avanzi degli esseri terrestri e fluviali: — e così di seguito a vicenda.

È dunque un fatto averato, che molte parti degli odierni continenti furono create sotto le acque del mare, e che di laggiù emer-

sero per cause particolari sopra la superficie dell'Oceano; e che i siti ove i fiumi del primo mondo, immensamente più grandi dei fiumi che odiernamente irrigano la terra, versavano le loro onde copiose, sono quindi stati sollevati insieme col fondo del mare costante.

Infine bisogna ammettere, che le cause che vediamo al presente agire incessantemente sul globo, ci danno una giustissima idea delle azioni più potenti, ma analoghe, che hanno modificato la superficie della terra, e le hanno fatta la fisionomia che odiernamente presenta.



LEZIONE LXI.

DEL FUOCO INTERNO DELLA TERRA

Ma le forze esterne e superficiali del globo, quelle specialmente prodotte dall'azione dell'aere e dell'acqua, comunque fossero un tempo potenti e numerose, non bastano a spiegare molti fenomeni geologici che ogni giorno sotto i nostri occhi presentansi.

Le forze d'erosione non son quelle che degradano veramente o sovvertono i continenti; le azioni di trasporto non bastano a ricostituirli: e, comunque, nè le une, nè le altre non possono farci comprendere il calore delle acque termali, l'intermittenza dei Geiser d'Islanda, la composizione de' lagoni nostri: infine, non le semplici e note azioni chimiche potranno mai renderci compiuta ragione dei fenomeni vulcanici, dei terremoti, e di una folla di reazioni dipendenti da queste forze sempre varie, nuove e potenti.

Bisogna dunque cercare altrove i dati necessari per sciogliere il problema. Ma tutto annunzia, in quei fenomeni, un'azione che muove dal centro della terra verso l'esterno, un'azione che agisce e crea alla superficie esteriore, come fanno le azioni precedenti; in guisa che le due superficie d'accrescimento del globo si toccano e si confondono, benchè ciascuna da punti diametralmente opposti provenga.

Nella precedente Lezione accennammo delle forze ed azioni superficiali, esteriori; qui diremo delle forze che vengono dall'interno.

Di queste azioni, di queste forze noi non possiamo vedere la cagion prima; i resultamenti soltanto di esse pervengono fino alla superficie ove si manifestano: ma noi sempre probabilmente ignorere-

mo i grandi misteri che ci asconde la scorza solida del nostro pianeta. Nulladimeno, tutto sembra indicarci un calore interno indipendente da quello della superficie, e questa idea, anticamente enunciata e nuovamente sostenuta, è degna omai di tutta l'attenzione dei geologi.

È noto, che la temperatura dell'aere varia secondo le latitudini, le elevazioni e altre accessorie e varie circostanze: lo stesso è della terra; esposta ai raggi solari sotto differenti climi, riscalda ben più dell'aere, e raffreddasi qualche volta più presto. Le stagioni e la latitudine possono dunque continuo modificare la temperatura esteriore della parte asciutta del globo, la quale su certi punti può aggiugnere ai gradi 60 del termometro centigrado e sur altri abbassarsi fino a 50 sotto il punto del gelo. Ma queste variazioni, quantunque grandi, non sono che superficiali; la loro azione non si manifesta oltre i 3 o 4 centimetri di profondità: la notte, il raggimento della superficie della terra le fa presto acquistare una temperatura inferiore a quella dell'aere: così un'oscillazione di temperatura succede tutti i giorni sur una crosta di 4 centimetri di grossezza.

Ma indipendentemente da questo calore diurno, la terra acquista pure (e lo vedemmo a tempo e luogo nella *Meteorologica*) una temperatura annua, che s'estende assai più profondamente di quella prodotta dai ritorni periodici del sole sull'orizzonte, poichè le influenze di questa pare aggiungano fino alla profondità di 30 o 40 metri: il punto ove questa temperatura cessa di variare, appellasi, *linea di temperatura invariabile*: di guisa tale che, se in una contrada per ove non si fa che passare si volesse, per esempio, sapere la temperatura media dell'anno, senza far tutta la serie necessaria d'osservazioni termometriche in pieno aere, basterebbe conoscere il punto sotterraneo ove la temperatura non varia, per ottenere in seguito la cifra media della temperatura del luogo; ciò che ha fatto il Boussingault per diversi punti della catena delle Ande.

Ma questo noi non potremmo farlo così facilmente nei nostri climi: nei luoghi ove quel dotto ha operati i suoi esperimenti, trovasi la *linea di temperatura invariabile* a un piede di profondità, effetto delle piccole oscillazioni del termometro nelle contrade americane di Quito, della Nuova Granata e del Perù; mentre a misura che ci allontaniamo dall'equatore per arrivare all'uno o all'altro polo, bisogna

discendere più profondamente: di maniera tale che una linea che dovesse indicare le profondità delle temperature invariabili, procedendo dall'equatore ai poli, dovrebbe allontanarsi appoco a poco dalla superficie, ed offrire nel suo tragitto una serie d'ondulazioni, onde le cause sarebbero difficilissime a determinare nello stato presente delle nostre cognizioni: oltredichè, questa linea, come le *linee isoterme*, dovrebbe allontanarsi di tanto in tanto dai gradi di latitudine.

Quanto dunque è di sopra a questa linea sotterranea, rimane soggetto all'influenza delle stagioni e dei climi, ma è evidente, che tutta la parte della sfera che rimane di sotto, n'è completamente indipendente. Che se volesser paragonarsi le masse delle due porzioni che questa linea separa, vedremmo, che la esteriore è un nulla relativamente all'altra.

È un fatto incontestabile, che disotto alla *linea della temperatura invariabile* il calore aumenta in ragione della profondità, e diviene eziandio nelle profondissime miniere forte abbastanza per incomodar gli operai.

La scienza possiede omai i resultamenti di molte esperienze instituite per determinare questa temperatura a differenti profondità; ma poche sono le comparative, perchè gli sperimentatori trascurarono di apprezzare diverse circostanze accessorie, che pur deono necessariamente avere avuto una certa influenza su quei resultamenti. Il bel lavoro che il Cordier ha pubblicato sul calore centrale, è ricco di queste indagini: esibiamo qui uno specchio che contiene le osservazioni personali di quel dotto, siccome quelle che deono ispirare maggior fiducia.

SPECCHIO

Dei dati forniti dalle esperienze che sono state fatte
direttamente sulla temperatura del suolo,
a Carmeaux, a Littry ed a Decize.

| LUOGHI DELLE ESPERIENZE | | N. DELLE ESPERIENZE | PROFONDITA' DELLE STAZIONI | TEMPERATURE OSSERVATE | OSSERVAZIONI | |
|----------------------------|--|---|----------------------------------|--------------------------|---|--|
| CARMEAUX | Acqua del pozzo Véric. | 1 | metri 6,2 | gradi 12,9 | Questo pozzo è a poca distanza dalla mina detta del <i>Ravin</i> . | |
| | Acqua del pozzo di Bigorre | 2 | 11,5 | 13,15 | | Questo pozzo è immedia- tamente al di sopra della stagione presa nella mina di Castillan. |
| | Roccia in fondo della mina del <i>Ravin</i> | 3 | 181,9 | 17,1 | Vi è appena una mezza lega di distanza fra queste due miniere. | |
| | Roccia in fondo della mina di Castillan | 4 | 192 | 19,5 | | |
| LITTRY | Superficie esterna delle mine | 1 | 0 | 11 | Temperatura uguale alla <i>media</i> . | |
| | Roccia in fondo della mina S. Carlo. | Stazione A | 2 | 99 | 16 | Temperatura che biso- gna attribuire al paese. |
| | | Stazione B | 3 | 99 | 16,27 | |
| | | <i>Media</i> per le due sta- zioni. | 4 | 99 | 16,135 | |
| DECIZE | Acqua del pozzo Pélisson | 1 | 8,8 | 11,4 | Questi pozzi sono situati quasi immediatamente so- pra le stazioni prese nella mina. | |
| | Acqua del pozzo dei Padi- glioni | 2 | 16,9 | 11,77 | | |
| | Roccia in fondo della mina <i>Ja- cobé</i> . | Stazione superiore | 3 | 107 | 17,78 | |
| | | Stazione inferiore | 4 | 171 | 21,1 | |

Questa tavola dimostra, che la profondità che corrisponde all'accrescimento di un grado di calore sotterraneo, deve esser fissata così: a 36 metri per Garmeaux, a 19 per Littry, ed a 15 per Decize. . .

Dopo questi interessanti risultamenti ottenuti dal Cordier, diversi dotti hanno raccolte molte osservazioni sulla temperatura interna del globo: — il perforamento di un gran numero di pozzi artesiani non ha poco contribuito ad aumentare il numero delle sperienze.

L'Ermann ha pubblicato le osservazioni fatte nel pozzo artesiano di Rodersdorf; dopo aver descritto le precauzioni prese e gli apparecchi impiegati, espone dei risultamenti che danno per una profondità di 630 piedi, una temperatura quasi doppia di quella della superficie. L'Ipasky ha espone in tavole le osservazioni fatte sulla temperatura de' pozzi artesiani dei dintorni di Vienna, e ne ha dedotto un aumento di temperatura di un grado del termometro di Reaumur per ogni 25 metri. Il Phillips ha pubblicato pure i risultamenti per lui ottenuti in un pozzo fondo 1584 piedi, onde l'orifizio è alto soli 87 piedi sul livello del mare; e da quei risultamenti apparisce, che la temperatura aumenta di un grado del termometro centigrado per ogni 32 metri e $\frac{57}{100}$ di profondità. Finalmente, una esperienza fatta in America, dà un accrescimento di 1 grado centigrado per ogni 12 metri di profondità.

Di recente il celebre Arago ha fatte anob'esso nuove osservazioni termometriche nello immenso pozzo artesiano di Grenelle a Parigi. — Quando questo pozzo non era profondo che 25 metri, un termometro centigrado, segnò a mezzodì, dopo 24 ora di dimora in quel sito, una temperatura di 20 gradi; e quando il pozzo fu approfondato a 300 metri, la stessa esperienza dette 22 gradi: di maniera che la temperatura dell'interno del globo che, dietro le prime osservazioni, risultava crescer di 1 grado per ogni 26 metri, ora aumentava e giungeva fino ad 1 grado per ogni 23 metri. — D'altronde, esperienze fatte nel pozzo forato della Scuola Militare, che non dista da quello di Grenelle che di 600 metri, e che è forato nello stesso terreno, diedero 1 grado del termometro centigrado per ogni 29 metri e 83 centimetri di profondità.

Tutti questi fatti provano, che la temperatura sempre aumenta

a misura della profondità nel seno della terra; ma provano ezian-
 dio, che esiste una gran differenza nella elevazione della tempera-
 tura in luoghi diversi sebbene tra loro vicinissimi. Nulladimanco,
 da queste esperienze emerge, che il calore, aumentando nella guisa
 sopra enunciata, debba aggiugnere a grande intensità nell'interno
 del globo; di guisa tale che la sua interna massa sia fusa a ca-
 gione della enorme temperatura colaggiù addensata: cosicchè una
 crosta solida, di variabile grossezza, ci separerebbe dalla massa in-
 candescente centrale; e basterebbe penetrare fino alla profondità di
 2,503 metri nell'interno del globo, per trovarvi, secondo le osser-
 vazioni fatte alla Specola di Parigi, la temperatura dell'acqua bol-
 lente; ed adottando la *media* di 25 metri di profondità pell' au-
 mento di un grado di temperatura, avrebbesi, pel calore del cen-
 tro della terra, l'enorme cifra di 250 mila gradi centigradi, tem-
 peratura capace di fondere tutte le rocce e probabilmente quanto
 esiste alla superficie del nostro pianeta. La grossezza media della
 crosta del globo terrestre, calcolata secondo questi dati, non ec-
 cederebbe le venti leghe; ma probabilmente è molto minore, poi-
 chè il calore, combinato colla pressione, deve rendere i com-
 posti pietrosi fluidi e cristallizzabili ad una profondità men consi-
 derevole.

Ma è impossibile indovinare quali sieno le cause delle grandi
 differenze nella grossezza della crosta solida della terra, indicate dal
 diverso grado di temperatura a uguali profondità in luoghi tra loro
 vicinissimi: come spiegare, per esempio, che la scorza della terra
 sia la metà meno grossa a Decize che a Carmesux, luoghi che
 non sono separati che da poche tese? Più facilmente concepirebbesi
 che sur un altro continente, sur un'isola lontana potesser trovarsi
 differenze così importanti; ma in siti tanto vicini come spiegare il
 fenomeno?

La natura delle rocce molto probabilmente influisce sulla mag-
 giore o minore conduttibilità del calorico, lo che tendono a dimo-
 strare le sperienze comparative fra lo schisto ed il granito, insti-
 tuite nella contea di Cornovaglia dall'Henwood; il quale ha costan-
 temente trovato, a profondità uguali, la temperatura degli schisti ele-
 vata di alcuni gradi più di quella dei graniti: ma questo solo non
 basta a spiegare le grandi variazioni accennate di sopra; forse noi

ignoreremo per sempre le cagioni di così strano e ad un tempo incontestabile fenomeno!!...

Lasciando da banda le anomalie, nulla però è più certo, che un accrescimento di temperatura succede in ragione del penetrare nelle viscere della terra: non pertanto, dalla certezza del fatto non deesi argomentare, che, per spiegarlo, i dotti sieno concordi in ammettere la certezza della incandescenza interna della terra; che anzi vi sono scienziati di prim'ordine i quali combattono fortemente quel principio, che per noi e per tutti gli odierni geologi è di fisica certezza: per esempio, il geometra Poisson, nella sua teoria del calorico, non divide questa opinione, e pare disposto ad allegare una altra causa alla temperatura delle viscere del globo. Egli fa osservare, che le regioni cosmiche nelle quali il sistema solare si muove e vaga, hanno una temperatura loro propria; che questa temperatura può esser diversa nei vari punti dell'Universo, e che, se così è, la terra deve star qualche tempo ad acquistare la temperatura del punto dello spazio ove è arrivata; questa temperatura propagherassi gradatamente dalla superficie allo interno.—Così, se il sistema solare abbandona una regione più calda dello spazio per entrare in una più fredda, la porzione della terra che rimane di sotto alla superficie manifesterà le vestigia di quella più alta temperatura che prima avea acquistata; ma questa manifestazione non giustifica in alcuna maniera l'opinione che l'accrescimento continui dalla superficie infino al centro.

Tale, in brevi parole, è l'idea della teorica del Poisson: ma questa maniera di vedere non può ricevere l'approvazione dei geologi e dei cosmografi, perchè con essa non spiegansi nè i fenomeni della materia nebulosa, nè quelli del sollevamento dei terreni cristallini, nè i fenomeni dei vulcani: mentre la dottrina dell'incandescenza del globo rende meglio ragione di tutti i fatti geologici, geomonici, geogenici e cosmografici, si applica a tutti i ragguagli, ed acquista eziandio tal probabilità, che è ben difficile di non ammetterla, e di non considerare la terra, come il Buffon ed il Leibnitz, siccome un sole spento, ma onde solamente la crosta è raffreddata.

Per mezzo di considerazioni totalmente diverse da quelle del Poisson, il Fourier, altro geometra, giunse a conchiudere: che un calore intensissimo ha primitivamente penetrato tutte le parti del nostro

LEZIONE LXII.

DEI PRINCIPALI EFFETTI DEL CALOR CENTRALE.

TERREMOTI

Considerando la natura del centro del nostro pianeta conforme alle esposte idee, non è cosa più facile che lo spiegare la origine del calore di quelle numerose sorgenti termali, che dovunque zampillano e gemono dal seno della terra; nulla di più semplice che dare una teorica verosimile dei fenomeni vulcanici, concepire la causa dei terremoti, ed il sollevamento delle catene di montagne; concepiscesi il legame, la relazione che denno avere tra loro tutti i fenomeni cagionati dall'azione delle forze interiori della terra, i quali, comunque nelle apparenze differentissimi, non manifestansi che quali effetti di una causa comune, e risultamenti di una stessa azione.

Non tutti gli effetti del fuoco centrale sono veementi e strepitosi come i fenomeni vulcanici, i terremoti, i sollevamenti; anzi sovente moltissimi di quegli effetti che, sebbene maravigliosi nei loro aspetti, nei loro effetti, pur non hanno bastante intensità per produrre sensibili movimenti nella crosta del globo, come le acque minerali, il Geiser d'Islanda, i Lagoni del Volterrano, le sorgenti di gasse e di bitume, ed eziandio la folla delle piccole azioni chimiche totalmente dipendenti da queste forze interiori, come la formazione dei filoni per iniezione o per sublimazione, la metamorfosi delle rocce, ec. ec. — Intorno ai filoni diremo a tempo e luogo.

La terra, interamente formata di sostanze non ossigenate, dovette ossidarsi prima alla superficie, per produrre tutte le rocce cristal-

lizzate, e l'ossigene assorbito, ha lasciato libero una gran quantità d'azoto ch'esiste tuttora nell'atmosfera. Noi non abbiamo nessuna ragione per supporre, che l'ossigene non venga assorbito anche nell'epoca presente da una specie di cementazione o da alcune fessure attraverso le quali e' può penetrare nelle parti centrali del globo: di guisa che, questa violenta azione chimica, che esistette in principio immediatamente alla superficie del globo, ha dovuto successivamente abbassarsi, e l'azione diminuire a seconda che l'aria atmosferica trovava un contatto meno facile colle viscere del pianeta, venendone separata da una crosta ossigenata che gradatamente aumenta di altezza. Nell'epoca in cui viviamo, se quest'azione continua, continua debolmente, e deve agire ad una profondità di alcune leghe: colaggiù può esistere una combinazione lenta dell'ossigene dell'aria con i corpi non ossigenati; colaggiù produrrannosi in quantità gli ossidi che aumentano gradatamente la spessezza della crosta terrestre; colaggiù, in fine, è probabile sieno tutti gli elementi delle acque minerali e della potenza vulcanica, dei terremoti e dei sollevamenti, che hanno solcata, distagliata, rotta la superficie del globo. . .

Nella presente Lezione vogliam dire del pauroso fenomeno del *terremoto*. — Tutte le parti della terra sono esposte a scosse più o meno violente, che qualche volta producono i più lacrimevoli accidenti: nulladimeno, questo fenomeno pare sia più frequente in certi siti che in certi altri; cosicchè le isole vi sono, in generale, più esposte dei continenti, i lidi più delle contrade mediterranee, e le regioni equatoriali più delle polari.

È notevole inoltre, che i terremoti manifestansi principalmente nelle terre vulcaniche, e soprattutto nei paesi ingombri di vulcani spenti o quasi estinti, ai quali sembrano, d'altronde, intimamente legati, perchè spesso precedono le eruzioni, e qualche volta eziandio le accompagnano.

È ancora ignoto se il pauroso fenomeno del terremoto sia o no indipendente dallo stato dell'atmosfera: ma è ragionevole pensare, che forze intense abbastanza per scuotere e coprir di rovine una parte della enorme crosta solida che riveste il nostro pianeta, capaci di spaccare la terra e romperla in mille guise, di sollevarla, d'inabissarla, debbano avere sull'atmosfera, mobile come la 'è, ca-

pace di esser penetrata da molti fluidi, un'azione specialissima, che i nostri sensi non possono forse distinguere, ma onde la esistenza è però innegabile. Fu notato, che i terremoti manifestansi principalmente dopo alcune annate straordinariamente piovose; qualche volta sono preceduti e seguiti dagli uragani, dalle meteore elettrico-igneae, da eruzioni di vapori dal seno della terra; il cielo è rosso come fosse infuocato, e sparso di nubi dense e nere; l'aria è pesante ed immobile; odonsi sordi romori e rombe sotterranee e profonde; i quadrupedi non trovan pace, sembrano affetti da strano malore, lamentansi e gemono; gli uccelli stridono e svolazzano; le fontane s'intorbidano o cessano di gettare l'acqua; il mare mugghia e rapido e furioso sollevasi; egli ad un tratto abbandona i liti antichi, e dopo un istante ritorna turgido e fragoroso ad inondare la terra; le navi urtansi e sfasciansi nei porti, e perfino in alto mare provano subitanei scuotimenti e violenti, come se le loro carene urtassero sopra scogli.

Comunemente i terremoti sono momentanei, ma per sventura succede eziandio che prolungansi per settimane e mesi interi; al Perù in certi tempi sentironsi tutti i giorni per più anni di seguito. In varie contrade manifestansi in modo periodico; la Giamaica, isola, è scossa tutti gli anni dal terremoto.

L'urto del terremoto non produce sempre la medesima specie di movimento nel terreno; ora cagionavi ondulazioni più o meno violente, che prontamente distruggono gli edifizii, e che rassomigliano alle oscillazioni di una nave in un mar tempestoso; tal'altra volta non producono che una semplice trepidazione, come se la terra fosse urtata in un sol punto. Ma un fatto che parve sempre notevolissimo, è quello della prodigiosa rapidità colla quale le sotterranee commozioni propagansi dal loro centro principale fino a molte centinaia di miglia di distanza. Lo spaventevole terremoto di Lisbona, per esempio, si fece sentire nel medesimo istante su tutti i littorali atlantici dal Capo Verde alla Scandinavia, dall'Egeo al Golfo del Messico; per lo che, alcuni scienziati han creduto che il terremoto non sia altro che l'effetto di una immensa scarica elettrica, o dall'aria alla terra, o dall'acqua all'aere ed alla terra, e viceversa, o da un luogo all'altro della crosta del globo: per me credo, che l'elettrico agisca nel terremoto, nei fenomeni vulcanici, come effetto e non come causa dei medesimi. . .

I terremoti e le vulcaniche eruzioni son fenomeni conosciuti dalla più remota antichità; il Buffon pensò inoltre ch'essi avessero in sulla terra precedute le eruzioni vulcaniche. Ma di questi psuosi fenomeni la storia non ce ne ha trasmessa la precisa memoria che dopo l'era volgare.

L'anno 17 dell'era medesima, imperante Tiberio, l'Asia Minore fu scossa da un terremoto che rovesciò dodici città.

Sotto Traiano, l'anno 115, Antiochia fu subitamente rovinata, con la morte di quasi tutti i suoi abitatori: Traiano stesso potè a stento salvar la propria vita colla fuga.

Un orrendo terremoto, scosse, nel 358, tanto forte l'Asia Minore, la Tracia e la Macedonia, che cento cinquanta città, tra le quali Nicomedia, in Bitinia, rimasero rovinate.

Nel 528, il flagello colpì per la seconda volta Antiochia, la rovesciò da cima a fondo, colla morte di quarantamila persone: e ai tempi di San Gregorio, nel 580, questa grande città provò la terza catastrofe per simile cagione, e sessantamila abitanti furono schiacciati sotto le rovine delle case e dei pubblici edifizi.

Dopo quasi due secoli, l'Egitto e l'Oriente furono nuovamente afflitti da scosse di terremoto così violente, che, dice la storia, seicento città vi furono rovinare.

Nel 1182, ai tempi di Saladino, la maggior parte delle città della Siria e della Palestina rimasero appresso a poco adeguate al suolo dal medesimo flagello.

Nel 1403, Roma provò gli effetti del quarantesimo terzo gran terremoto da cui dopo l'era volgare fu scossa; e nel 1458 e 1464, la città di Napoli fu quasi da cima a fondo distrutta, colla morte di molte migliaia di persone.

Nel 1586, e dieci anni dopo, le metropoli del Giappone, Jedo e Meaco, con molte altre minori città, furono interamente dai terremoti distrutte.

Nel 1692, un terremoto spaventevole scosse tutta la Giamaica: in più luoghi il suolo si rilevò; in altri la terra spezzossi formando numerose caverne, donde uscivano acque, o si perdevano i fiumi dell'isola: il mare fu agitato come nelle più fiere tempeste; la città di Porto Reale, e tutte le altre abitazioni dell'uomo in quest'isola, rimasero in un tratto distrutte; gli uomini perirono in gran numero,

o inghiottiti dalla terra o schiacciati sotto gli edifizi o sommersi nelle onde.

Addì 11 gennaio del 1693, la Sicilia fu violentemente scossa dalle sue fondamenta, e Catania e quarantanove altre città rovinarono con morte di circa centomila persone. — Cinque anni dopo, il vulcano di Carguirazo, vicino a Quito, in America, fu così orrendamente squassato dal terremoto, che la cima ne sprofondò, e alla base spalancossi un' ampia fessura dalla quale uscì un fiume d'acqua e di fango. — L'anno dopo, parve che l'isola di Giava nell'Oceanica, avesse a subissare, ella fu scossa più di dugentotto volte: il monte Salak mugghiava orrendamente, ed innalzava le sue fiamme infino al cielo; i fiumi della sua base correano pieni di acque bollenti e di fango: i pesci in uno istante morirono, e le bufale, le tigri, i rinoceronti, le scimmie, i cocodrilli e le altre belve abitatrici delle loro rive selvaggie, furono in gran numero da quella strana piena trascinate ed uccise; non basta: il fuoco vulcanico accese i boschi antichi del paese circonvicino, e quell' incendio propagossi a gran distanza, crescendo l'orrore di così disastroso spettacolo.

Addì 29 ottobre 1746, successe il famoso terremoto di Lima: Lima, metropoli del Perù, una delle maggiori città americane, fu interamente distrutta; l'Oceano lasciò due volte il suo lito antico, e due volte, orrendamente mugghiando, invase e devastò i littorali: di ventitrè grandi navigli, che sorgeano sulle ancore nel porto di Callao, altri rimaser sommersi, altri venner dal flutto impetuoso portati dentro terra a gran distanza dal lido, e lasciati in mezzo ai campi ed alle agresti culture: dugento soli abitanti di Lima rimasero superstiti a tanto disastro. Del resto Lima è così soggetta a simili eatastrofi, che da quell'epoca infino ai nostri giorni ella è stata quasi interamente rovesciata quattordici volta.

Nel maggio del 1750, il terremoto scosse tutta la costa del Chili e distrusse tutta la città della Concezione: il sito che ella occupava sprofondò nel mare ed i superstiti a quel disastro costruirono le nuove abitazioni a dieci miglia di distanza. — Un anno dopo, il terremoto squassava stranamente le isole Antille, e ruinava da cima a fondo la città di Porto al Principe nell' isola di Haiti. . .

La cronologia di questi orrendi fenomeni ci ha condotto al troppo celebre terremoto di Lisbona, successo a nove ore e quarantacin-

que minuti di mattina del giorno 1.^o novembre 1755: le scosse durarono 60 giorni. — Un fragore simile a quello del tuono si fece sentire sotto terra a grande profondità, e fu immediatamente seguito da una scossa delle più forti, che rovesciò la maggior parte della città: nel brevissimo tempo di sei minuti, 60 mila persone rimasero schiacciate sotto le rovine delle case e degli edifizi. Il mare, che da prima erasi ritirato, lanciò in seguito verso la terra, e spingendo il Tago verso le sue fonti, s'innalzò sul lito a più di 50 piedi di sopra al suo ordinario livello: le montagne di Arrabida, di Estrela, di Marao e di Cintra, tutte vicine a Lisbona, furono scosse violentemente e alcune si spaccarono in cima ed i cretti serpeggiarono fino alla base; enormi massi rotolarono nelle valli vicine, e, dicono, le fiamme ed i vortici del fumo guizzarono e si elevarono da queste recenti fratture. La scossa di quel terremoto s'estese molto lontano: a Cadice videsi avvicinarsi dall'alto mare una montagna d'acqua alta 60 piedi, la quale si gettò impetuosamente sul lito e sommerse infinità di navi, e rovinò un gran numero di edifizi: a Kinsale, in Irlanda, l'acqua portò le navi nella piazza della città: tutti i laghi d'Elvezia e di Scozia furono violentemente agitati: le acque del mare sulle coste della Scandinavia si sollevarono: la Martinicca, Antigoa, la Barbada, isole dell'arcipelago delle Antille, lontane 1200 leghe da Lisbona, furono fortemente scosse dal terremoto ed il mare invase la terra, e le sue acque fecersi nere e torbide di petrolio e di asfalto: ad Algeri, a Fes, in Africa, perirono circa 40 mila persone sotto le rovine; e la Francia, l'Olanda, l'Italia, la Grecia risentironsi più o meno del tristo fenomeno.

Nel 1760, mentre il vulcano di Petero era in piena eruzione per la bocca di un nuovo cratere, una violenta scossa di terremoto spaccava il suolo sur una lunghezza di molte miglia, e sollevava una immensa lingua di terra, la quale, arrestando le acque del fiume Lontuo, era cagione della formazione di un gran lago.

Addì 21 ottobre 1766, le forze interne del globo squassavano stranamente tutto il territorio americano a borea del fiume delle Amazzoni: la terra si spaccò in più siti, e la cima di alcune montagne precipitò in fondo alle valli. Una piccola isola del delta dell'Orenoco sprofondò sotto le acque, mentre il fondo del mare si elevava a Coriato, e la punta del Garto ad un tratto diventava più

Da tutte queste storie rilevasi, quanto sieno ancor potenti le forze del fuoco centrale e quanto grandi sieno gli effetti che esse quasi ogni anno producono alla superficie del globo: tuttora elle possono elevare a grand' altezza isole di non breve estensione e lunghi tratti di coste: elle possono arrestare dei fiumi, o inaridirli; formare dei golfi e dei seni marini profondi; cangiare il livello dei piani, affondare le valli, spezzare i monti. . . Nulladimeno ne' primi tempi quest' azione fu evidentemente più potente di quello ch'oggi non è, sendochè il globo fosse allora quasi tutto incandescente, e la crosta che ricopriva le parti fuse meno densa e più cedevole. — Di ciò diremo più distesamente nelle seguenti Lezioni. . .

Del rimanente, la scienza considera derivare da una sola cagione i forti squassamenti della terra o le violente ondulazioni della superficie del globo, le acque minerali e termali, i vulcani: ma questa unica cagione, che è il fuoco centrale, modificasi in guise diverse; i terremoti, per esempio, non sono probabilmente che gli effetti di una contrazione della crosta del globo, prodotta dall'inequale raffreddamento o da recrudescenze di combustione, cose che ponno succedere nelle sue pareti interne, laggiù dove ella tocca la massa tuttora fluida e incandescente del nucleo: probabilmente l'aria e l'acqua, che per accidente ponno penetrare infino a quelle ime parti ancor non compiutamente ossidate, hanno una grande azione su questi immensi fenomeni; ma è però evidente la loro indipendenza da qualunque periodicità, a meno che non voglia supporre, che l'acqua e l'aria penetrino in qualche parte di quelli abissi nel modo stesso che sulla superficie del globo gemono alcune fonti intermittenti a costanti periodi. È una verità omai dimostrata, lo stretto rapporto del fenomeno dei terremoti, colle eruzioni e cogli altri fenomeni vulcanici: le rombe profonde che precedono o accompagnano gli scuotimenti della terra, non sono probabilmente che immense esplosioni effetto dell'accensione dei gassi, continuo eruttati dalle bocche dei vulcani; ed eziandio alcuni scuotimenti potrebbero esser l'effetto della momentanea dilatazione dei gassi medesimi nell'istante della loro accensione: una folla di esempi appoggiano queste supposizioni, quantunque soventi volte tali relazioni non succedano che ad enormi distanze. D'altronde è evidente, che quando incominciano le eruzioni dei vulcani, diminuiscono ed appoco a poco cessano le

scosse dei terremoti: il famoso scuotimento di Caracas, di cui di sopra narrammo (1812), precedette la grande eruzione del vulcano dell'isola di San Vincenzo nelle Antille, il quale appariva spento fino dal 1718; i terremoti del 1797, che desolarono Quito, la Nuova Granata e le Antille, cessarono colla eruzione dei vulcani delle Ande equatoriali e del vulcano della Guadalupa, che lanciò pomici e vomitò immensa quantità di ceneri e di vapori; ed a Napoli, in Sicilia, a Quito, nel Chili, dovunque sono vulcani, l'esperienza insegna, che quando il cratere dei medesimi è in piena eruzione non sono da temere i terremoti.

Dalle storie dei più grandi terremoti, che dall'incominciare dell'era volgare ai tempi presenti squassarono la crosta del nostro pianeta, storie che di sopra in succinto riferimmo, apparisce chiaro, che gli scuotimenti della terra soventi volte fecersi sentire contemporaneamente a grandi distanze, come avvenne nella occorrenza del famoso terremoto di Lisbona: ma spesso però accade, che l'urto si propaghi successivamente in linea retta, e alcuna volta i luoghi intermedi non se ne risentono. Questo fatto singolare, è comune al Perù e nel Messico, ove da secoli il terremoto segue direzioni fisse; cosicchè gli abitatori di quelle contrade montuose, dicono, parlando di un terreno intermedio che non partecipa al moto generale, che quel terreno *fa ponte* al terremoto, come se volessero significare con questa frase, che le oscillazioni propagansi ad immensa profondità di sotto ad una roccia inerte: la quale supposizione ha molti lati di certezza, poichè l'esperienza dei minatori europei le sta in appoggio; oltre di che è facile imaginare, che ponno esistere rocce la cui natura, posizione, e solidità le renda capaci di trasmettere i movimenti o meglio o peggio di certe altre, come succede dei corpi che hanno diversa attitudine a condurre e propagare i suoni.

Vogliamo avvertire, che spesso la scossa del terremoto è più forte nel punto dove due rocce diverse si toccano, specialmente se grande è la differenza della loro natura, come per esempio di una roccia di sedimento appoggiata sopra una roccia cristallina: è da notare eziandio, che qualche rara volta succede, che le scosse del terremoto limitansi a cerchi assai ristretti, come osservasi, per esempio, sulle coste del mar Caspio, ove sono luoghi scossi quasi ogni notte, o a qualunque altra ora, periodicamente ed in modo rego-

lare; il qual fenomeno crediamo succeda in tutti i paesi ove esistono *sfiatatoi*, pei quali l'interno del globo comunica coll'esterno; per essi, la facile eruzione dei gasi impedisce la propagazione dei terremoti a grandi distanze, e le località vicine al Caspio ne sembrano, per esempio, guarentite da disastri maggiori, per la continua eruzione gassosa e asfaltica del vulcano di Baku. . .

Per provare la coincidenza tra le emanazioni gassose dalle viscere della terra ed il fenomeno dei terremoti, oltre al fatto, che quando i vulcani eruttano fumo vanno cessando gli scotimenti delle terre vicine, potremmo citare cento altri esempi, come lo sviluppamento del gasse dal fondo del lago di Ginevra, relativamente alle scosse dei terreni Alpini, i rumori sotterranei che spesso acquistano l'intensità e l'indole del tuono, ec. ec. E forse quelle smanie e quel mal essere dal quale son presi gli animali al sopraggiugnere del terremoto, han per causa le emanazioni gassose, che essi sentono, ma che per incomodare l'uomo occorre sieno più intense; infatti, le erbe che vestono la terra nel seno della quale aviluppansi le rombe e gli altri strepiti accompagnanti i fenomeni del terremoto, spesso diventano velenose per gli animali che se ne cibano come se fossero state affette dalle pruine, e producono funeste epizootie, senza che possa rinvenirsi in esse nessuna alterazione nè presenza di estranee materie.

Tale, in succinto, è la storia del terremoto, che ogni cosa dimostra dipender egli da azioni chimiche interne; azioni ognor più lontane dalla superficie della terra, poichè la sua crosta solida cresce gradatamente di grossezza; per cui è da presumere, che anche la loro intensità andrà sempre più diminuendo nel processo dei secoli. Ma perchè dalle differenze che il calore centrale a uguali profondità manifesta, risulta evidente che diversamente alta è questa crosta nei vari siti del globo, così dobbiamo argomentare, *a priori*, che non ugualmente intensi abbiano ad essere i terremoti su tutti i punti della superficie della terra: fatto che tutte le esperienze concorrono infino ad ora a confermare. . .

Crederemmo non avere compiuta questa Lezione, se dimenticassimo di descrivere un istrumento destinato a misurare la intensità e le direzioni delle oscillazioni del terremoto. Questa descrizione sarà breve.

SISMOMETRO

Lo istromento in questione è il *sismometro*; e tra i sismometri diversi, quello inventato da Domenico Salsano, orologiaio e macchinista Napoletano, sembra preferibile sotto ogni rapporto.

Consta questo di un pendolo sostenuto da una barra ben forte di ferro, e conficcata in un muro maestro della casa.

La lunghezza del pendolo, dal centro di oscillazione alla lente o disco, è di piedi parigini otto e mezzo.

La lente è di piombo, ed è ricoperta di ottone; dessa pesa più di 50 libbre.

Allo stilo della medesima è congiunte in fondo un piccolo pennello da miniatura intinto nell'inchiostro della Cina od in altra mistura, il quale segna gl'impulsi terrestri su di una carta situata sull'orizzontale rosa de'venti, e regolata dalla bussola.

Mezzo palmo di sopra alla lente vi è un campanello, simile nella forma a quello de' pendoli orarii; e ai quattro punti cardinali della sua circonferenza, e poco distanti da essa sono quattro martelli fissamente congiunti colla barra: il campanello urtando contro di essi, avverte l'osservatore dei momenti della scossa. . .

Dietro le osservazioni praticate con questo strumento si è conosciuto, ch'esso resta immobile a qualunque altra specie di tremore, specialmente a quelli cagionati dal passaggio de' carri e delle carrozze. . .



LEZIONE LXIII.

ERUZIONI VULCANICHE

Ora diciamo dei *Vulcani*.

Per porre un ordine allo studio di fenomeni sì importanti, ci accingiamo prima di tutto a descrivere in modo generale le eruzioni vulcaniche.

Esamineremo quindi il numero e la situazione geografica dei principali vulcani, come pure i fenomeni particolari che ci hanno presentato le singole loro eruzioni.

Termineremo esponendo la teoria che par meglio adattarsi ai fatti numerosi che ci accingiamo a descrivere. . .

Tutto oggi in geologia ci autorizza dunque a pensare, che la terra è una massa incandescente e fusa, ricoperta da una crosta solida di una certa grossezza. Or questa solida crosta è in più lochi forata, per cui esistono comunicazioni fra l'esterno e l'interno, ed il fuoco centrale manifestandosi dentro e fuori, produce una serie di fenomeni più o meno intensi e più o meno differenti. Effetto e causa, tutto è confuso sotto il nome di *vulcano*, benchè ciò nondimanco dissi il nome di *focolare* al punto interno d'onde proviene la potenza vulcanica, e quello d'*eruzione* all'insieme dei fenomeni che sono il resultamento di questa forza.

In che consiste una eruzione vulcanica? da quali caratteri è generalmente accompagnata? — Rispondiamo colle parole del modernissimo e sapiente geologo Lecoq, il quale ne sembra abbia egregiamente trattata la materia geologica che riferiscesi agli effetti principali del fuoco centrale.

» Le *eruzioni* sono ordinariamente composte di sviluppiamenti di gassi abbondantissimi, d'eiezioni di materie sabbiose e pulverulenti, di masse di pietre solide o semifuse, di correnti pastose e incandescenti che si solidificano pel raffreddamento. Sono quasi sempre accompagnate da fiamme e da calore, da strepiti sotterranei e da terremoti.

» Soventi volte il vulcano spalanca le sue fauci sulle montagne che ricuopre delle sue deiezioni pietrose o pulverulenti; qualche volta accumula le materie in bastante quantità per formar da se stesso un monticello, in mezzo del quale sta l'apertura che comunica colla sua fucina. La eiezione affollata delle materie pulverulenti, opponendosi impedendo che i corpi lanciati ad una certa altezza ricadano precisamente nell'orificio, è cagione che si formi intorno ad esso una cavità regolare, rotonda, a forma di imbuto o di un cono rovescio, la quale vien designata col nome di *cratere*; cosicchè il cratere è posto quasi sempre sulla sommità di una montagna conica, prodotta dalle deiezioni del vulcano; egli è l'orificio pel quale escono ordinariamente le materie gassose, e qualche volta ancora le masse fuse conosciute sotto il nome di *lave*.

» Non è necessario che tutte queste circostanze, e queste diverse particolarità di forma esteriore, presentinsi per costituire un vulcano, poichè qualche volta l'eruzione succede da un semplice spacco, in mezzo ad un piano, in fondo al mare, o pel fianco piuttosto che per la sommità delle montagne: le eruzioni ponno ezian-dio succedere senza tremoti, senza scosse, senza trabocco di lava, ma non mai però senza sviluppiamento di calore e di materie gassose ».

In questa guisa adunque è evidente che certe eruzioni si ravvicinano per conseguenza ai semplici sviluppiamenti di gasse infiammati come quello che succede continuamente alla Pietramala, qui sul nostro Appennino Centrale; oppure alla semplice apparizione di una sorgente termale: nè può proceder diversamente la bisogna, se veramente esiste, come noi crediamo, il più gran rapporto fra tutti questi fenomeni: a rigore adunque le nostre definizioni non possono essere esatte quando la natura aduna ella stessa effetti analoghi attorno ad una causa unica.

» È assai raro, continua il Lecoq, che da un semplice spacco

escano materie vulcaniche: elle quasi sempre straboccano da un cono composto di diverse materie scorificate, che uscite dall'interno, si deposero regolarmente attorno alla bocca che le ha lanciate. Questo cono arriva qualche volta a grandissima elevazione sopra il livello del mare o sopra della pianura che lo sostiene; ma bisogna avvertire, che non sono sempre le materie incoerenti e vulcaniche che lo compongono in totalità; spesso elle non fanno che ricuoprirlo, e benchè l'elevazione sia l'effetto della forza vulcanica, bisogna distinguerla da un semplice accumulamento di scorie e di pozzolane.

» Nel primo caso, è un *centro* o un *cratere di sollevamento*, su cui torneremo a parlare in seguito.

» Nel secondo, è un *cono* o *cratere d'eruzione*, vale a dire formato da materie rigettate dall'interno al di fuori.

» Quando alla sommità esiste un cratere, egli è più o meno profondo, più o meno largo: ma la sua fisionomia varia ad ogni eruzione, a meno che ella non s'operi dai fianchi della montagna. L'altezza del cono, paragonata alla circonferenza della base, è di $\frac{1}{28}$ per il picco di Teneriffa, al dire dell'Humboldt; di $\frac{1}{35}$ pel Visuvio, e di $\frac{1}{34}$ per l'Etna, secondo le osservazioni del Buch.—La larghezza del cratere del picco di Teneriffa è di 300 piedi in una direzione, e di 200 nell'altra; quella del vulcano (spento) di Pariou, nell'Alvernia, è di 300 piedi.

» Nel loro periodo di tranquillità, i vulcani eruttano solamente pochi vapori biancastri che spandonsi nell'aere, ovvero larghe colonne di fumo, che scaturiscono dalle fessure del suolo; ma quando un'eruzione si prepara, la scena cambia, e segni certi annunziano l'avvicinarsi del fenomeno.

» I primi indizi sono strepiti sotterranei, che lunghissimamente prolungansi ed agitano il suolo in modo sensibile; al tempo stesso il fumo comparisce alla sommità del vulcano; s'innalza; la sua colonna aumenta di volume, prende un colore più cupo, e sale perpendicolarmente se il tempo è in calma, e se il vento non le imprime la sua propria direzione. Scosse più o meno violente fanno tremar la montagna; lo sviluppamento delle materie gassose continua; il vapore dell'acqua mescesi ad un denso fumo solcato da fiamme, e quindi per il loro proprio peso, questi densi vapori cadendo

sulla bocca d'onde erano usciti, involuppano tutta la montagna di una nebbia folta e fetida, soventi volte illuminata da debole e pallida luce. I fenomeni elettrici destansi con energia nell'atmosfera, che attornia la montagna infiammata; il fulmine scintilla e cade la pioggia, senza che i torrenti dell'acqua possano indebolire l'intensità del fuoco e l'emissione delle sabbie incandescenti che a fasci si lanciano inverso il cielo, e scolorite ricadono sui fianchi della montagna.

» Sassi roventi in copia prodigiosa sono lanciati ad altezze immense, e ricadono animati di rapidi movimenti di rotazione che influiscono sulla forma che dopo il loro raffreddamento conservano. Nubi di ceneri o lapilli emergono pur dai crateri e mescolansi coi gassi e coi vapori, e giungono sulle ali dei venti a enormi distanze, ovvero, trasportate dalle piogge, ricadono e formano quei torrenti di fango onde la potenza è sì grande e che si estendono a piè del cono, sui fianchi del quale furono condotti dalle acque.

» Le deiezioni di fumo continuano; nuovi getti infiammati s'aprono la via di mezzo a masse di nero vapore; nuòve scorie congiungonsi a quelle già adunate sui pendii, e i lampi che accrescono l'orrore e la magnificenza dello spettacolo, sono il preludio di nuove scosse e di nuovi muggiti. Ben presto tutti questi fenomeni sembrano ingrandirsi, e la lava, che da lungo tempo bolliva nel cratere, onde le pareti resistevano, alla pressione di lei, ecco che rompe il cono di scorie, fonde le materie che la ritenevano cattiva, e sgorga come un fiume di fuoco, onde le infuocate sorgenti sembrano inesauste. Vedesi allora quella corrente progredire con una rapidità determinata dal punto d'eruzione e dal pendio su cui si spande; vedesi ingrandire, avanzarsi, estendersi ed allargarsi; vedesi lottare contro tutti gli ostacoli, sormontare le irregolarità del suolo, infiammar le foreste, abbattere e seppellire i villaggi, distruggere i campi coltivati, e coprire fertili campagne di uno strato pietroso impenetrabile al ferro degli uomini ed ai raggi del sole. Nulla di più magnifico, nulla di più pauroso della vista di notte di questa lunga striscia infiammata, che porta la desolazione e la morte su terreni pochi istanti prima fertili e popolati, e che seppellisce per sempre le città dall'uomo troppo confidente stabilite sur antiche correnti raffreddate.

» Ma finalmente, le sorgenti del fuoco vengono meno, quantunque la corrente s'avanzi tuttora: nuovi getti di fuoco s'innalzano ancor dai crateri, delle ceneri sono lanciate nell'atmosfera, la quale, meno agitata, sembra stanca della fiera lotta col fuoco; i vapori sviluppansi ancora, ma ben presto cessano, ed alcuni fumacchi nell'interno dello spiraglio, guizzando dalle fessure del cono, restano soli per indicare che lì è una potente azione assopita, la quale al suo risvegliarsi potrebbe un dì apportar nuovi disastri: ma Dio solo può conoscere il quando, il come, l'estensione e la fine.

Tali sono i generali fenomeni che ci offrono le eruzioni vulcaniche. Accignamoci adesso a studiare partitamente ciascuno de' loro effetti, ad eccezione dei terremoti, dei quali già abbiamo parlato: descriveremo successivamente le eruzioni di materie *gassose*, *pulverulenti* e *solide*, e termineremo coll'esame di alcuni effetti particolari a certi vulcani od a certe località. In quest'esame ricorreremo frequentemente ad un'opera dotta e sagace, intitolata: *Considerazioni generali sui Vulcani*, del Girardin professor di Roano.

» I terremoti che accompagnano le eruzioni vulcaniche, sono soventi volte preceduti da strepiti sordi e sotterranei, che rassomigliano alle scariche di molte artiglierie, ovvero al fragor del tuono. Queste detonazioni s'intendono da grandi distanze, poichè nel tempo della eruzione del Cotopaxi, nel 1744, è certo che il muggito di questo vulcano udissi da Honda e da Monpoix, città situate alla distanza di dugento venti leghe. Se il Vesuvio avesse la stessa intensità di forza vulcanica, i suoi strepiti sotterranei dovrebbero intendersi, dietro questo esempio, da Mompellieri, da Lione, da Vienna e da Praga.

» È dunque evidente che il rompere dei vulcani non propagasi a così grandi distanze, per mezzo dell'aria ma per l'interno del suolo. Se le eruzioni del vulcano di San Vincenzo, quelle del Tunguragua, del Cotopaxi, di sopra citato, rintronassero così lungi come un cannone d'immenso calibro, il fracasso dovrebbe aumentare in ragione inversa della distanza; ma le osservazioni provano che quest'aumento non ha luogo. Non basta: nel Grande Oceano, partendo da Guayaquil per le coste del Messico, l'Humboldt ed il Bonpland traversarono paraggi nei quali tutti i marinari del loro naviglio furono allarmati da uno strepito sordo, che veniva dal fondo dell'Oceano,

e che pareva comunicato dalle acque. — Quella era l'epoca di una nuova eruzione del Cotopaxi, dal quale vulcano si trovavano distanti quanto è l'Etna da Napoli.

» Non di rado, in diverse parti dell' America, questi strepiti sotterranei si sostengono così intensi da sbagliarsi colla romba del cannone, e più d'una volta occasionarono tra quelle genti bellicose disposizioni militari. I fragori dei vulcani, sembrano, del resto, in rapporto colla forza delle eruzioni: nei quattro viaggi che il celebre chimico Humphry Davy fece al cratere del Vesuvio (marzo 1815), presto apprese ad estimare la violenza delle eruzioni dietro l'indole e la forza delle detonazioni.—Una romba sotterranea fragorosa e continuata, sono parole di quel dotto, annunciava infallibilmente una esplosione considerevole; innanti la eruzione, il cratere pareva perfettamente tranquillo; il suo fondo, senza nessuna apertura apparente, era di ceneri: ben presto sordi strepiti e confusi si facevano intendere, come se venissero da grande distanza; appoco a poco il fragore avvicinavasi, finchè acquistava la intensità dei colpi di una artiglieria che ti fosse tra i piedi: allora le ceneri e il fumo cominciavano ad uscire dal fondo del cratere, e finalmente la lava e le materie incandescenti veniano proiettate colle più violente esplosioni » . . .

Basti questo dei romori sotterranei; ora diciamo delle emanazioni gassose.

» Le materie gassose, che manifestansi nelle eruzioni dei vulcani, sono sempre abbondantissime: il vapore dell'acqua ne costituisce la maggior parte, e quindi vi si trovano i gassi solfuroso, idroclorico, carbonico, idrosolforico e azoto. Questi gassi non emanano tutti in un tempo, che anzi è raro che escano in una stessa eruzione: ma bisogna però confessare la nostra ignoranza intorno a tale argomento, sendo che assai di rado fecersi le esperienze opportune, e poteronsi in quei terribili momenti raccogliere ed analizzare le vulcaniche emanazioni. . .

» Di questi gassi, tanto soli quanto riuniti, ma soprattutto del vapore acqueo frequentemente mescolato con materie pulverulenti, son formate quelle cupe nubi che emergono a sbuffi dai crateri, e che rassomigliano al fumo. Soventi volte queste nubi, solcate da lampi, o piuttosto illuminate dalla riverberazione delle materie in-

candescenti che riempiono il cratere, rassomigliano da lungi a fiamme che guizzano dalla montagna come da una ardente fornace. Alcuni osservatori pretendono perfino, che non vengano fuori vere fiamme dai vulcani, e che bisogna riferire a quelle false apparenze la loro indicazione nelle descrizioni delle vulcaniche eruzioni; ma è omai ben comprovato, che alcuni gassi emergono veramente infiammati dai crateri.

» Le emanazioni gassose escono principalmente dall'orificio ordinario del vulcano, ma alcune volte elle s'innalzano anche per le fessure del cono di scorie o dai *fumaioli* che formansi alla base. Hanno sovente una azione potentissima sulle pareti delle vie che traversano, tanto più che il vapore acqueo che le accompagna accresce l'energia della loro chimica azione. Quando la lava s'innalza nel cratere, ed anche quando ne ha già fuse le pareti e scorre libera sui fianchi del monte, continua lo sviluppo delle materie gassose, in modo però più mite, formando bolle alla sua superficie. Probabilmente, questa enorme produzione di gassi, e la estrema elasticità del vapore acqueo sottoposto ad una enorme pressione, sono le cagioni precipue degli strepiti sotterranei e di quel brontolio prolungato del quale abbiám fatto menzione . . .

Ne sembra che quanto dicemmo basti per dare sufficiente idea della natura delle eiezioni gassose; il perchè passiamo a descrivere i fenomeni della eruzione delle sabbie, delle ceneri e delle scorie.

» Avanti l'uscita delle lave, continua il Lecoq, il vulcano lancia fuori pel cratere diverse sostanze pulverulenti, accompagnate da sassi più o meno voluminosi. A questi prodotti si danno diversi nomi, secondo la grossezza e natura loro:

» Chiamansi *ceneri*, quando non sono che polvere fine.

» Diconsi *sabbie* o *pozzolane*, quando presentansi sotto forma di piccoli grani, irregolari e fortemente abbrustoliti.

» Appellansi *rapilli*, quando i frammenti sono appresso a poco grossi come la sabbia.

» Nomansi *scorie*, quando i pezzetti sono alquanto più grossi, porosi nell'interno, vetrificati qualche volta alla superficie, e generalmente leggieri in comparazione degli altri vulcanici prodotti.

» In quanto alle *bombe*, alle *mandorle*, alle *lagrime vulcaniche*, ec. ec., desse non sono che varietà di scorie o pezzetti di pasta

fusa, i quali, lanciati a grande altezza, divenner ritondi girando, e compressi o schiacciati cadendo. . .

Incominciamo a studiar le ceneri.

» Le ceneri sono la sostanza stessa delle lave ridotta ad estrema tenuità; sono bige, bianche, raramente nere: qualche volta sono composte di una infinità di piccoli cristalli, principalmente feldspatici, onde le forme manifestansi evidentemente all'esame microscopico. Le ceneri spesso s'innalzano dai crateri insieme col vapore acqueo, e cadono in terra accomodandosi in strati di varia grossezza e formando masse molto compatte.

» In certe eruzioni, le ceneri, pella loro straordinaria abbondanza, pervengono a separarsi dai vapori, ed allora il vento le trasporta ad enormi distanze. Procopio assicura, che nell'anno 472 della era nostra, le ceneri del Vesuvio giunsero fino a Costantinopoli, dugento cinquanta leghe lontana; nel 1329, quelle dell'Etna andarono fino a Malta; quelle dell'Ecla, si sparsero nel 1766 per un raggio di cinquanta leghe. . .

» Non è dunque strano, se Roma, e qualche volta perfino Venezia, furono incomodate dalle ceneri del Vesuvio: nel 1794, tutta la Calabria fu involuppata dalle nubi dense che le ceneri dello stesso vulcano produssero.

» Molti autori stimano, che quelle lanciate dai vulcani dell'Asia e dell'America, spandansi a più centinaia di leghe di distanza.

» Nell'eruzione considerevole del Tomboro, vulcano dell'isola di Sumbaua, nell'Oceania, che avvenne nell'aprile del 1815, le ceneri vomitate da quel monte piovvero su Giava, a Macascar ed a Batavia, e pervennero infino a Benculen, in Sumatra, luogo distante dal Tomboro quanto l'Etna dall'Amburgo.

» La rapidità con cui queste ceneri sono trasportate a distanze tanto considerevoli, non ha nulla di sorprendente, se vuolsi riflettere, che la celerità del vento può aggiugnere infino a 132 piedi per minuto secondo, il che forma 29 leghe per ora e 700 per giorno, supposto che in tutto questo tempo soffi nella stessa direzione e colla stessa violenza. — Queste ceneri formano nubi così dense, che i luoghi più vicini ai vulcani rimangono privi della vista del sole, e qualche volta immersi in una grande oscurità: nella famosa eruzione del Vesuvio, accaduta addì 22 ottobre del 1822, la quale

durò dodici giorni, l'atmosfera divenne talmente ingombra di ceneri, che perfino nelle ore meridiane la Campania rimase avviluppata in tenebre profonde, e gli uomini, nelle ore meridiane, andavano per le strade dei villaggi colle lanterne, come accade sovente a Quito nelle eruzioni del formidabile Pichincha.

» Nell'eruzione dell'Hecla, del 1766, simili nubi prodassero su tutta Islanda tale oscurità, che a Glaumba, distante più di cinquanta leghe dal vulcano, non potevasi andare in pieno giorno che a tentone.

» Il 1.^o maggio del 1812, una nube di ceneri e di sabbie vulcaniche proveniente dal vulcano dell'isola San Vincenzo (Piccole Antille), coprì tutta la Barbada (distante più di venti leghe), e vi sparse tenebre così profonde, che a mezzogiorno non potevasi scorgere gli alberi ed altri oggetti vicini, nè tampoco un fazzoletto bianco a sei piedi di distanza.

» Nella terribile eruzione del Cotopaxi, del 4 aprile 1768, la pioggia delle ceneri fu sì forte, che a Sant'Ambato ed a Tacuaga, gli abitanti nelle ore del meriggio camminavano per le strade colle lanterne, ec. ec. ec. . .

Ciò delle ceneri.

» Quanto alle sabbie, alle pozzolane, ai rapilli, che seguono o precedono spesso la emissione delle ceneri, queste non sono che piccolissime scorie, che presentano tutti i caratteri delle grandi. Non sappiamo bene come si formano; nulladimeno supponesi, che i gassi, separandosi dalla lava incandescente, la spezzino e ne trasportino le minime parti che si spandono nell'aere e si raffreddano abbastanza per non più riattaccarsi, cadendo, le une colle altre. In queste pozzolane trovansi frequentemente cristalli di piroscenio; il loro colore è nero o rosso, e qualche volta, quando sono stati tocchi dalle emanazioni dei gassi acidi, giallo. Le parti più fini di queste diverse materie, soventi volte sono dalle acque trasportate lontano dai crateri d'eruzione, e formano letti e strati nelle diverse regioni dei terreni vulcanici.

» Le scorie, le bombe o mandorle, hanno la stessa origine delle pozzolane: sono piccole masse più o meno porose e qualche volta estremamente leggiere, rimaste per molto tempo nell'aere e ricadute perciò quasi solidificate sulla terra: nulladimeno qualche volta le si

conglutinano insieme anche dopo esser cadute, quando ancora conservano la loro natura pastosa; ma più sovente accumulansi cadendo, e formano strati di materia incoerente onde ciascun pezzetto è separato dagli altri, come vedesi nei letti della grandine che ingombrano i campi dopo la tempesta.

La superficie delle scorie è qualche volta vetrificata, come quella di certe aereoliti; nell'interno, in alcuni casi, le sono veramente vetrine; il loro colore è nero, rosso o bianco, e giallo quando sono state affette dagli acidi gassosi che emanano nelle eruzioni: il ferro è la materia che le colora, e pare che il colorito indichi il grado d'ossidazione, sendochè veggonsi scorie metà nere e metà rosse, ed altre che presentano l'una e l'altra di queste due tinte; pella maggior parte sono brune, inclinando or sul nero, ora verso il rosso. Le scorie bianche diconsi *pomici*; quasi sempre elle contengono cristalli feldspatici, e fili candidi e setosi; le loro fibre or sono parallele, ora incrociate; la loro grana, è generalmente più fina che nelle scorie nere o rosse. . .

» Finalmente le bombe vulcaniche sono d'ordinario più compatte e più voluminose delle scorie leggiere; la loro forma è ritonda ovvero ovale; spesso le sono schiacciate da una parte e terminate dall'altra per una specie di prolungamento, lo che prova, che la materia da cui staccaronsi era pastosa, e presentava eziandio una certa resistenza a dividersi. È notabile, che un pezzetto di roccia estranea abbia sovente servito di nocciolo a queste singolari scorie, e qualche volta un semplice cristallo di pirossenio o di feldspato, un frammento di peridotto, od altro corpo qualunque, ha determinata la loro singolar formazione.

» Del resto, le scorie, ed i frammenti di rocce estranee rigettate nelle eruzioni, variano tanto per il loro volume quanto pella loro forma: quelle, per esempio, lanciate dal Cotopaxi e dal picco di Teyda (nell'isola Teneriffa), hanno centinaia di braccia di circonferenza! — Se questi frammenti non sono sempre in relazione colla elevatezza della montagna ignivoma, lo sono almeno coll'intensità d'azione posseduta da ciascun vulcano; di guisa tale che, mentre il Cotopaxi vomita pezzi mostruosi che tutte le forze umane riunite non potrebbero scrollare, il vulcano di Stromboli non lancia ordinariamente che sassi di qualche libbra di peso.

» L'altezza a cui queste masse s'innalzano nell'aere è soventi volte prodigiosa: il della Torre racconta, che nella violenta eruzione del Vesuvio, del 20 gennaio 1755, avendo calcolato il tempo che i sassi lanciati impiegavano a cadere, lo trovò di otto secondi: le pietre che lanciò il Vesuvio nel 1779, rimaser in aria per venticinque secondi!!

» L'Etna nel 1669 e nel 1819, lanciò grandi masse di pietra fino ad una lega di distanza.

» Il Cotopaxi ha gettato, nel 1533, pietre del volume di dieci metri cubi tre leghe lontano.

» Il d'Aubuisson di Voisins ha cercato di conoscere qual sia la maggior celerità di proiezione dei vulcani, ed ha trovato, per via di calcolo, che questa maggior celerità, rispetto al Vesuvio ed all'Etna, non eccede quella che hanno le palle nell'uscir dai cannoni di ordinario calibro, celerità che aggiugne a 4 o 500 metri per minuto secondo.

» Tutte queste materie solide, incoerenti, composte di ceneri, rapilli, scorie, pomici, frantumi di lave, pietre eziandio in nina conto vulcaniche, costituiscono dunque le deiezioni dei vulcani. Queste deiezioni si fanno per getti, che di notte sembrano infiammati; e succedonsi irregolarmente e sovente con tal frequenza, che le pietre di un getto escono dalla bocca del vulcano mentre quelle lanciate dal getto precedente sono ancora per aria ovvero ricadono: in tal caso l'altezza alla quale queste pietre aggiungono non è ordinariamente grandissima; ma altre volte, come di sopra dicemmo, queste materie sono lanciate a prodigiose elevazioni, ed offrono la illusione di una massa voluminosissima: nella famosa eruzione del Vesuvio, del 1794, non prima il trabocco della lava pei fianchi del vulcano cessò, che cominciarono le eiezioni delle materie distaccate dalla sommità, e durarono per vari giorni senza interruzione: ad ogni istante vedeasi uscir dalla bocca del vulcano una massa così smisurata di sassi e di materie terrose, che ne riempirono tutto il cratere di un miglio di circonferenza; innalzavansi a grande altezza, e, divergendo nell'aere, formavano come un'altra montagna, che pareva anche più grande di quella dalla quale uscivano!

» Ciò non ostante le esplosioni di materie incoerenti sono qualche volta isolate, e invece di succedere le une alle altre, formano una

sola grande eruzione: una immensa colonna, di diametro uguale a quello della bocca del vulcano, vedesi sollevarsi per l'aria, ascendere a grand' altezza, e quindi dilatarsi e spandersi alla sua sommità, prendendo la forma di un pino, forma così bene descritta da Plinio il Giovane, nella sua lettera a Tacito sulla morte del naturalista Plinio il Vecchio suo zio.

» Questa colonna, giunta alla sua più grande altezza (che spesso supera più volte quella della montagna che le serve di base), non sta molto a sparpagliarsi e a formare una pioggia di pietre e di ceneri, che cagiona terribili guasti nei contorni dei vulcani. La quantità delle materie eruttate in queste circostanze, eccede quanto l'immaginazione saprebbe figurarsi: benchè il Vesuvio sia uno dei minori vulcani di Europa, tuttavia e' vomitò, nell'eruzione che successe ai tempi di Tito, quantità così grande di materie disciolte ed incoerenti, che ne rimaser sepolte Stabia, Pompeia, Ercolano ed altre città a libeccio del Vesuvio, sotto un letto di ceneri alto in qualche sito più di cinquanta piedi, e quindi, ad Ercolano specialmente, ricoperto da un alto strato di lave.

» Nell'eruzione del 22 ottobre 1822, che, dopo quella del 1794, fu la più grande del Vesuvio nell'epoca nostra, trovaronsi nei contorni del vulcano fino ad otto piedi di ceneri e di rapilli. L'acqua dissolvendo le parti calcaree, cementò le sabbie vulcaniche. Quattro mila abitanti perdettero la loro dimora per questo terribile avvenimento. Da ciò puossi argomentare quanto debbano essere immense le eruzioni dei formidabili vulcani del Nuovo Continente! . . .

» Tutto il magnifico spettacolo di un vulcano in attività non ha qualche volta altri resultamenti che un ammasso di sabbie e di scorie che formano un cono più o meno regolare, terminato spesso da un cratere: ma nelle eruzioni complete esce pure dalla montagna una massa di lava incandescente, onde l'emissione ordinariamente indebolisce i fenomeni vulcanici, e ristabilisce l'equilibrio tra l'esterno e l'interno del globo.

» Qualunque sia la composizione delle lave, elle sono materie minerali liquefatte dal calore centrale, e sembrano essere state soggette ad una considerevole pressione pria della loro uscita dalle viscere della terra. Salgono nell'interno della montagna vulcanica pel cammino che mette in comunicazione il cratere coll'abisso, e colassù

formano un lago di materie accese, che il coraggio, aiutato da circostanze favorevoli, ha permesso ad alcuni osservatori di contemplare.

» Il celebre architetto Soufflot, si fece sospendere, nel 1750, nell'interno del cratere dell'Etna, per mezzo di lunghe corde attaccate al margine stesso della cavità.

» Un vescovo inglese si fece pure calare, sono omai più di sessant'anni, nell'interno del cratere, da una roccia che sporgeva nel Vesuvio; vidde in fondo dell'abisso come un lago di fuoco su cui sorvolavano fiamme azzurre.

» Lo Spallanzani, asceso sull'Etna nel 1788, potè in un momento di calma perfetta, entrar nel cratere di quel vulcano; ei vide, in fondo, un'apertura di una trentina di piedi, donde s'innalzava perpendicolarmente una colonna di fumo bianchissimo, che stimò di venti piedi di diametro nella sua parte inferiore: accostatosi all'orlo in quel tempo in cui la colonna era spinta dal vento in un senso opposto, potè scorgere in fondo dell'abisso una materia liquida accesa, animata da certo moto di bollore, e videla ogni tanto ascendere quasi fino al cratere e discenderne in fondo: questa era lava. Le pietre gettatevi dentro, producevano uno strepito simile a quello che avrebbero fatto se fossero cadute sur una pasta.

» Lo stesso naturalista potè eziandio esaminare lo stato interno del cratere di Stromboli: — la lava presentava lo stesso aspetto, ma era più violentemente agitata. . .

Meravigliose sono le osservazioni di Leopoldo Pilla, fatte nell'interno del cratere del Vesuvio. — Leopoldo Pilla è un giovane napoletano, geologo di gran valore, e naturalista dottissimo: le sue osservazioni sui fenomeni vulcanici hanno una tale indole, una certa impronta, che le distingue da quelle della maggior parte dei geologi moderni; il perchè crederemmo di fare un gran danno agli studiosi di questo Corso, omettendo di qui riferirne alcune delle più importanti.

» Trovandomi (è il Pilla stesso che parla) trovandomi nella notte de' 2 giugno dell'anno scorso (1833) nell'interno del cratere del Vesuvio per osservare i fenomeni della eruzione incominciata nella sera de' 27 maggio, io mi tratteneva assiso a fianco del pittoresco gorgo d'onde scaturiva la lava che correva in direzione della Torre del Greco, e mentre beava i miei sguardi

in rimirar quel maestoso spettacolo di Natura, da non riuscir mai indifferente per più e più volte che siasi osservato, non mancava di tener gli occhi fissi ai getti di pietre infuocate e di fumo, che si succedeano nella sommità del cono interno. Ma ben mi accorgeva che quelle scoppiate, come tutta la eruzione, erano al lor dichino, dappoichè rallentavansi quasi ad ogni volta che si succedevano; ed ove prima la caduta dei sassi accesi facevasi come una gragnuola lungo tutte le pendici del cono, man mano quella si andava restringendo nell'interno della voragine stessa d'onde venivano rigettate. In quel mentre mi accadde anche vedere, che il corso della lava, fattosi tardo di già fin dal momento che incominciai ad osservarlo, si arrestò del tutto, e la corrente in sugli estremi sui si spense. Venuto in sospetto per questi due fatti, che la eruzione fosse veramente per mancare, presi il partito, certo non molto prudente, di salire sul vertice del cono interno, per osservare il modo con cui avvenivano le esplosioni ed i fenomeni che le accompagnavano, a ciò animato dal progressivo loro rallentamento: l'occasione era propizia, e il desio di trovarmi presente ad uno spettacolo non visto mai da alcuno, aggiungeva sprone al proponimento. Fatto dunque cuore a me stesso, e senza curare le dissuasioni della guida che mi accompagnava, m'inerpicai per quelle arduissime balze, la superficie delle quali componeasi in gran parte di scorie di fresco rigettate e tuttora cocenti, cosicchè, per ascendervi,

E piedi e man voleva il suol di sotto

» Ma qual lingua mai ridir potria lo spettacolo che tutto insieme in una volta parossi avanti a' miei sguardi tostochè giunsi a toccare il ciglio del cono, d'onde vidi spalancarmisi sotto ai piedi una voragine che pareva la bocca del Tartaro in azione? È impossibile render con parole una infinitesimal parte di quella, dirò quasi, violenta sensazione che scosse il mio spirito in vista di un fenomeno sì grandemente maestoso? La stessa fervida fantasia del nostro Divin Poeta, che con tocchi tanto sublimi ha descritto quadri a questo molto consimili, non avria saputo forse trovare espressioni per descrivere quello di cui i miei occhi erano spettatori. La mia posizione intanto era al sommo pericolosa: ma come resistere all'ardente desio di osservar bene quel portentoso fenomeno, di cui se nessun occhio mortale, nessun occhio di geologo per certo era stato

mai testimone? E quando mai rinvenire un'altra occasione così propizia per tornare ad osservare un'operazione di Natura cotanto singolare? Fattomi adunque immobile come sasso e divenuto tutt'occhi, io non ad altro intendeva che a ficcare il viso nel fondo di quel baratro per istudiare il modo come avvenivano le esplosioni dal sotterraneo: eccone la precisa descrizione.

» La voragine incavata nel vertice di quel cono, era di una figura ellissoide, di cui il diametro maggiore correva dal nord al sud; il perimetro del suo sopracciglio poteva valutarsi di circa 600 piedi; le sue pareti sorgevano molto elevate verso borea, ove terminavano in punta, simile a quel ch'è la *Punta del Palo* per rapporto al gran cratere; si abbassavano poi insensibilmente ripiegando verso oriente ed occidente, e rialzavansi alquanto volgendo verso mezzogiorno; dalla qual disposizione risultava, che il vertice del cono era tagliato in isbieco dal nord al sud, e che presentava due punte e due seni opposti. Le pareti interne del cratere scendevano con declivio assai forte da per tutto, meno che verso occidente, ove il fondo era irregolare e terminavano giù restringendosi in forma di imbuto perfetto. Nel fondo di quest'imbuto era incavata una voragine ch'era propriamente la bocca in azione, ed attraverso la quale avvenivano le esplosioni del vulcano: la sua circonferenza era di circa 60 piedi, altrettanto la sua profondità, ed il suo diametro superiore a un dipresso di 40: ad oriente di essa esisteva un'altra bocca, e ad occidente altre tre, tutte in istato di perfetto silenzio.

» La bocca dunque in azione era nel suo interno tutta infuocata, e l'arroventamento si estendeva anche un poco all'intorno dei suoi orli: e ben chiaramente si vedeva, che le materie accese che ne costituivano le pareti, non erano altra cosa che scorie e masse incoerenti. Per colmo di mia ventura l'interno di quella voragine era sgombra quasi del tutto di quella massa di fumo, che d'ordinario allorquando trovasi in azione suole lentamente esalarsi come un nugolo dalle sue pareti, e però invola allo sguardo il suo interno aspetto: in quel punto non si sollevava di fumo altra sorta se non quello che teneva dietro alle scoppiate del cono, sì che per questa ragione io potea nettamente osservare i fenomeni che le accompagnavano. Il modo intanto con cui avvenivano le esplosioni, era il seguente. Un violento sotterraneo muggito, ed insieme un scossa on-

dulatoria delle pareti del cono, annunciava lo scoppio ch'era per avvenire: ben presto, ed in men che non si dice, rapida e vorticosa sbucava dal fondo della bocca infiammata una colonna di fumo nero e fuliginoso, il quale, se lice comparar le cose grandi alle piccole, potea assomigliarsi a quello che sgorga dalla bocca di un cannone allorchè scoppia. Ratto come un baleno susseguiva all'uscita del fumo un torrente di sostanza gassosa, la quale, infiammandosi e producendo una violenta detonazione, spingeva alto in aria in forma di proiettili sassi vivamente accesi. Or qui non dispiaccia al lettore trattarsi meco per poco a ben considerare tutti i particolari che accompagnavano questo fenomeno d'inenarrabile bellezza, dappoichè sono essi di natura tale da colpire non la curiosità soltanto, ma ancora da far esercitare la ragione, la quale, a mio credere, scorge attraverso di essi nel modo che ci è dato di veder più da vicino il segreto delle operazioni vulcaniche. Finora la scienza non conosceva, quanto alle esplosioni de' vulcani, che i fenomeni che si manifestavano al di sopra dell'orlo del cratere ove avvenivano, e questi ancora non erano stati studiati che di lontano; ma s'ignoravan del tutto quelli che si succedono nel fondo della bocca in azione, e nel momento preciso che avviene l'esplosione, perchè nessuno finora avea avuto l'agio di osservarli: ed io stesso, che da più anni visito il Vesuvio e studio le sue operazioni, vivea su questo proposito in un errore, nel quale vivono ancora tutti i geologi, come sono per dire.

» Avvenuto dunque, come di sopra io narrava, lo sgorgo del fumo dal fondo della bocca, immediatamente dopo, e con rapidità fulminea, tenea dietro il prorompere di un torrente di materia gassosa: la quale, non sì tosto erasi sollevata sopra l'orifizio della voragine inferiore, si accendea e generava una colonna di fiamma impetuosamente dardeggiante, che poi nel sollevarsi in alto si confondea in mezzo ai vortici di fumo, e così gradatamente veniva ad estinguersi: in guisa che, chi avesse tenuto l'occhio in livello col ciglio del cratere non avrebbe potuto scorgerla in nessun modo. E dico questo, perchè quante volte si osservano le scoppiate del cono di eruzione del vulcano dal tavolato, ovvero dall'orlo del gran cratere, ed in generale da un sito ove non è permesso di vedere l'interno ed il fondo della bocca di quel cono, non avvien mai di poter osservare il fenomeno della fiamma, di che è parola. Questa fiam-

ma era di tre colori che l'occhio potea nettamente discernere, qualunque l'uno all'altro facesse passaggio con insensibile gradazione: quello ch'era il predominante e che ne costituiva dirò così il fondo, era il violetto; a questo si univa il rosso e il cilestro, che tutti tre insieme uniti producevano una fiamma di una bellezza indescrivibile. E ben chiaramente l'occhio scorgea, che il torrente gassoso, nell'atto di sbucare dal sotterraneo non era mica infiammato, e che l'accensione avveniva tostochè era in contatto coll'aria libera. Che ciò fosse vero il metteva fuor di dubbio il seguente fenomeno: cioè, che quando la materia gassosa era tutta infiammata, si vedea ch'essa era oscura nella parte centrale, indicando così a luce di meriggio che in quella parte il gasse non era acceso. Immagina la fiamma di una candela con la sua areola oscura nel centro e verso la base, ed immagina questa fiamma della grandezza di un grosso tronco di albero, ed avrai l'idea del fenomeno di cui si discorre. L'irruzione del torrente di gasse era accompagnata da un violento scoppio, che fortemente scuoteva tutto il corpo della montagna; e siccome incontrava nel suo passaggio mucchi di scorie e di sassi roventi slegati, così questi venivano in forma di proiettili dal suo impeto lanciati in aria ad una maggiore o minore altezza, secondo la maggiore o minore intensità dell'esplosione; ed in forma poi di una gragnuola di fuoco ricadevano con un terribile frastuono, la maggior parte nell'interno della voragine, ed alcuni ch'erano giunti a maggiore altezza, su le pendici esteriori del cono. La forza di proiezione agiva il più delle volte in direzione verticale, qualche volta un poco inclinata verso il mezzogiorno. Non sì tosto l'esplosione era terminata ed insiem con essa i suoi effetti, era curioso il vedere una vaga e pittoresca fiamma dello stesso colore che la sopraccitata, la quale, non come quella veloce e ratta a guisa di folgore, ma sibbene in atto lento e placido lambiva intorno intorno le pareti della bocca ed il suo orifizio, simile affatto alla fiamma dell'alcool, che lecca la superficie del liquido e le pareti del vaso in cui brucia: era questo il momento in cui i tre colori che la tingevano poteano essere più comodamente distinti.

» Tutti i surriferiti fenomeni erano accompagnati da un puzzo assai pronunziato di gasse idrogeno solforato, e di gasse acido solforoso; gli effetti del primo furono per me avvertiti anche nel mio

oriuolo di argento, che quantunque fosse nel borsellino, pure non mancò di annerirsi; il secondo poi era in tanta quantità che giungeva a molestare il respiro. Intanto nessun odore di bitume o di asfalto ferì le mie narici, come nè anco (cosa notevole) non sentii affatto puzzo di acido muriatico.

» Dopo che fui spettatore di circa 8 esplosioni, che si succedessero coll'intervallo di tre minuti a un dipresso l'una dall'altra, ne scoppiò una con tanta violenza e fragore, che avendo sbigottito non meno me che la guida, per l'imminente pericolo della caduta dei sassi infuocati spinti in aria, ci obbligò a precipitarci a rompicollo giù pel cono, e fummo ben fortunati di arrivare ad un punto dove i proiettili non ci raggiunsero se non rotolando per le pendici del monte. Ciò non ostante io avea l'animo in sì fatto modo rapito dalla maestà di quello spettacolo, sì viva era la brama di studiarne tutti i particolari e nel maggior numero di volte che mi fosse stato possibile, che trovata la compagnia di due altri giovani non ebbi ritegno di tornare ad ascendere sulla cima del cono, e di rimanere spettatore di circa 5 o 6 altre scoppiate, le quali tutte mi presentarono gli stessi fenomeni che di sopra ho descritti. Ma già avendo soddisfatto pienamente al mio desiderio, e veggendo l'aurora spuntar vagamente dietro gli Appennini, discesi da quel sito sì periglioso con la mente concentrata in tanti pensieri, i quali mi accompagnarono fino al mio ritorno in casa.

» Questa è la fedele narrazione de' fenomeni da me osservati nella notte de' 2 a' 3 giugno in cima del cono di eruzione del Vesuvio. . . Io non mi farò a discorrere tutte le conseguenze che trarsi possono dalla comparsa di tai fenomeni, comechè dissimular non debba ch'essi mi vanno sempre più confermando nell'idea che mi fo delle accensioni vulcaniche. . . Trovandomi frattanto a parlar di questo proposito non posso astenermi dal metter fuora alcune brevi riflessioni che sono strettamente legate alla materia, di che si ragiona.

» E avanti ogni altra cosa si presenta al pensiero il fenomeno della fiamma che accompagnava l'atto della esplosione, e che la susseguiva. È pur troppo noto che i più accurati scrittori di cose vulcaniche, specialmente dei tempi più a noi vicini, hanno negato generarsi fiamma su la bocca dei Vulcani nel momento che sono in

iscoppio, ed io stesso vivea sicurissimo in tal pensiero. . . Gli è vero, che cominciando da Plinio e terminando a molti scrittori moderni, si è di frequente asserito, che in tale o tal altra eruzione le fiamme erano giunte alla tale o tal altra altezza: ma questi scrittori non sono stati altri, che coloro i quali non avendo profonda conoscenza, dirò anche nessuna tinta della materia di cui parlavano, che poco badando all'esatta descrizione di quel che osservano, ed osservando lontano delle miglia, scrivevano da semplici curiosi, e perciò scambiavano la irradiazione luminosa cagionata dai sassi roventi gittati in aria col sollevamento della fiamma: sul qual proposito ho avuto occasione di tener discorso con molti valenti naturalisti che hanno visitato in mia compagnia il Vesuvio. Nè maggior fiducia prestar dobbiamo a molti dei più rinomati vulcanologi, allorchè han parlato di questi e di consimili fenomeni, dei quali, pel grande pericolo che gli accompagna, l'occhio non può essere quasi mai spettatore: imperocchè in questo caso essi gli hanno descritti non già quali si mostrano in realtà, ma quali la mente suppone che debbano mostrarsi, di che, all'uopo, facile mi sarebbe citar mille esempi. Conchiudo dunque, che mentre era universale la credenza appo i geologi, non apparir fiamma nell'atto delle esplosioni vulcaniche, io ho riconosciuto col fatto di sopra narrato che essi viveano in errore, ed io insieme con essi.

» In secondo luogo, sorge naturalmente la curiosità di sapere qual era il gasse che, accendendosi, dava origine alla formazione della fiamma. A questa dimanda non così facilmente sarà dato rispondere. In un modo solo avrei potuto presumer tanto, se la fortuna mi fosse stata propizia a segno da permettermi di poter raccogliere il gasse che sgorgava dal sotterraneo del Vulcano; ma inabilitato a poter ciò eseguire, e pel pericolo del sito e per la oscurità e per la profondità della voragine, non rimane che a ragionare sopra i fatti osservati.

» Qual è mai il gasse conosciuto in Chimica, che bruciando produce una fiamma mista di violetto, di azzurro e di rosso? Se star si volesse a quel che finora la sperienza c'iasegna, il gasse che produrrebbe a un dipresso questo fenomeno bruciando, sarebbe il cianogene. Vorremmo dunque attribuire allo sviluppo di questa sostanza la produzione della fiamma sopra indicata? Io esito a cre-

derlo. Per me sta, che il fenomeno sia cagionato dalla combustione di un gasse che abbia per radicale l'idrogeno, dappoichè la scomposizione dell'acqua e lo svolgimento del vapore acquoso sono due fatti cardinali ed incontrastabili che occorrono in tutte le eruzioni vulcaniche. Potreb'esser mai il gasse idrogeno solforato la sostanza in questione? Il fenomeno del puzzo di uova putride da me distintamente sentito sull'orlo della voragine, viene ad appoggiar fortemente questo sospetto, se non che la fiamma che producesi per la combustione del gasse idrogeno solforato non ha quella tinta violetta che predominava nella fiamma del vulcano; ma non potreb'esser questo l'effetto di qualche straordinaria concomitanza? Ancora questo sospetto verrebbe avvalorato dall'odore di acido solforoso che insieme con quello del gasse idrogeno solforato feriva le mie narici in quel sito; dappoichè sappiamo che il gasse idrogeno solforato bruciando in contatto dell'ossigeno o dell'aria atmosferica, dà luogo, fra gli altri prodotti, alla formazione dell'acido solforoso. Ed infine, questo sospetto non diverrebbe certezza, quando si riflette che il torrente di gasse che sbucava dal sotterraneo non usciva infiammato, ma sì l'addiveniva tostochè si metteva in contatto coll'aria atmosferica? » . . .

Tali sono le peregrine osservazioni del Pilla fatte sul cono interno o d'eruzione del Vesuvio, e le dotte e giudiziose conseguenze ch'ei ne trae, specialmente in ciò che riferiscesi alle fiamme dei vulcani. Ne duole non poter citare qui altre molte osservazioni del giovane e valoroso geologo napoletano, ed i criteri pieni di logica che sempre ne trae, ossia che osservi i fenomeni vulcanici sul Vesuvio, a Stromboli, sull'Etna, ossia che volga lo sguardo agli effetti dei fuochi sotterranei nei Campi Flegrei, nel Monte Nuovo, sull'Epomeo. Ma il quadro della nostra opera è ristretto a tanta copia di materia, e forse chi sa che alcuno non ci rimproveri di esserci soverchiamente dilungati anche in questa citazione? ne conforta la bellezza dell'argomento e la meraviglia delle osservazioni riferite. Nulladimeno affrettiamo il passo verso la fine della Lezione.

L'altezza dei cono vulcanici ha un'influenza particolare sul modo di traboccamento della lava; essendo che la differenza fra queste altezze sia estremamente grande: lo Stromboli ed il Cotopaxi ponno considerarsi appresso a poco siccome i due estremi termini della

serie; il primo ha sole 100 tese di altezza, mentre il secondo ne ha 2,950.

Nell'interno dei crateri la lava prova oscillazioni per cui alza ed abbassa successivamente il suo livello, ma è rarissimo che li colmi al punto di traboccarne. Ordinariamente, la pressione che ella esercita sulle pareti del cratere, e l'alta temperatura che possiede, bastano per fondere una parte delle materie incoerenti di cui dette pareti sono costituite, specialmente nei punti ove sono meno resistenti, e la lava penetra nei fori e negli spacchi che ha aperti, e scorre di fuori sui fianchi del monte, lasciando per testimone della sua elevazione una linea di scorie o di materie fuse attorno alla porzione intatta del cratere, di sotto alla quale si è aperta l'adito.

Se il cono vulcanico è elevatissimo, allora l'eruzione di lava si opera quasi sempre in basso, come accade a Teneriffa, come soprattutto si osserva nell'Etna, onde la falda è coperta da un centinaio di montagne vulcaniche, che hanno dato origine a numerose correnti: il Monte Rosso, grande quanto il Vesuvio, è il prodotto di una sola eruzione dell'Etna; si formò in tre mesi (anno 1669), dalle eiezioni di sabbia e di scorie, dopo che questa nuova bocca ebbe vomitato un fiume immenso di lava il quale coprì una parte della città di Catania, e ingombrò una striscia di terra larga una lega e mezza e lunga cinque. Nell'eruzione del 1787, videsi, al contrario, la lava innalzarsi fino alla cima del cono, a 10 mila piedi d'altezza, riempire il suo immenso cratere di 6 mila piedi di diametro, e traboccarne e spandersi sulle sue labbra estreme.—Un'eruzione analoga successe nel marzo del 1833.

Gli stessi fenomeni si osservano nel Vesuvio. Sovente è il cratere superiore quello che si riempie; altre volte si fanno delle aperture laterali, come nell'eruzione del 1794: la lava si aprì l'uscita sui due opposti fianchi della montagna; una bocca vomitava dal lato di ponente verso la riva del mare, l'altra nella parte orientale; ambedue agivano al tempo stesso; quella dalla parte del mare era la più alta, e sgorgava in maggior copia e con più veemenza; il fiume di lava che ne usciva distrusse la città della *Torre del Greco*, e avanzò oltre 300 piedi nel mare.

In altre circostanze ogni apparecchio vulcanico scompare: le materie fuse escono dal suolo per un semplice spacco, come è più

volte successo sul rialto di Quito, ed in Islanda: quasi tutte le lave antiche sono uscite dalle viscere della terra per tal maniera...

Quanto poi al modo di procedere delle correnti di lava, è da notare, che in qualunque guisa la lava abbia adoperato per giungere dagli abissi della terra alla sua superficie, qualunque sia la forza potente che ha potuto sollevare l'enorme volume e peso di tanta materia, le lave, una volta uscite dagli antri del vulcano ov' erano imprigionate, una volta alla luce del sole, obbediscono come tutti i liquidi alle leggi della gravità, e precipitansi verso i luoghi più bassi. Elle s'avanzano adunque seguendo le ineguaglianze del suolo con una celerità modificata da varie cause, fra le quali non è la meno potente il loro grado di fluidità: poichè è da sapere, che le lave non vengono dalle viscere del globo sempre infuocate da ugual grado di calore, ma all'opposto, in una eruzione elle si mostrano sommamente incandescenti ed allora corrono come farebbe un fiume di siroppo molto acquoso, mentre nella eruzione antecedente, meno fuse dal calore, forse le non presentavano maggior fluidità del miele ed anche di qualche sostanza più densa: dal qual fenomeno delle lave, il barone Durini dotto Abruzzese vivente (se la memoria non mi tradisce), proponeva non è guari tempo di riferire le varie temperature delle lave alla diversa profondità della loro origine; di guisa tale che, secondo il computo di quanto bisogni discendere verso il centro della terra per trovare tale o tal altro grado di calore, come dicemmo nella Lezione LXI, ne fosse dato di argomentare che una lava non potea trarre la sua sorgente che alla profondità corrispondente al grado di calore da cui è investita; ipotesi per lo meno ingegnossissima, ma che a me sembra anche non priva di qualche fondamento nella scienza. — Le altre cause modificanti la celerità delle lave nel loro corso sulla superficie della terra, sono: l'inclinazione del terreno, gli ostacoli accidentali che possono opporsi al loro corso, e l'urto o la pressione che provano dalla propria massa, la quale, spingendo con maggiore o minor energia la testa della corrente, accelera in gradi diversi il suo corso.

L'influenza di queste circostanze fa che la corrente accesa impieghi intere giornate per avanzare di alcuni passi, o percorra in brevissimo tempo spazi considerevoli. Le correnti dell'Etna hanno fatto sovente sur un terreno mediocrementemente inclinato un tragitto di

400 metri per ora; mentre il Dolomieu ne cita una che ha messo due anni per trascorrerne 3800. Un'altra corrente uscita dall'Etna nel 1614, e diretta su Randazzo, ebbe sempre, nei 10 anni che durò l'eruzione, un sensibil moto progressivo, e tuttavia la non si avanzò che di due sole miglia. Il della Torre ha veduto sul Vesuvio delle correnti rapide a ragione di 800 metri per ora: l'Hamilton ne ha osservata una che faceva 1800 metri nello stesso spazio di tempo: e nell'eruzione del 1776, ne fu notata un'altra che percorse più di 2000 metri in 14 minuti. Il celebre de Buch, presente all'eruzione del 1805, vide un torrente di lave lanciarsi dalla cima del Vesuvio con straordinaria rapidità; in tre ore di tempo e' fu presso il lido del mare, che in linea retta è lontano più di 7000 metri. . .

Quando nel suo cammino la lava incontra ostacoli, comincia ad accumularsi: se trova frane ovvero cavità qualunque, le riempie, vi forma laghi di fusa materia, ne trabocca e continua la sua via: se imbattesi in elevazioni di terreno, gira intorno ad esse, e divisa qualche volta in due rami, continua il suo corso verso i siti più bassi, lasciando in mezzo l'ostacolo, che resta come un'isola intatta ricinta da un mare di fuoco: gli alberi, le intere foreste ch'ella incontra sul suo cammino, ben presto al suo avvicinarsi crepidano, gemono, scoppiano stranamente, bruciano prima alle loro estremità, e finalmente s'inflammanno tutte meno che qualche grosso tronco, il quale impastato ed ermeticamente chiuso nella lava trasformasi in carbone.—La lava si accumula pure dicontro ai muri delle città, vi penetra bruciando le loro porte o straripando disopra al recinto, scorre nelle vie, circonda le case, e le seppellisce senza abatterle, a causa della poca rapidità del suo corso. . .

La Natura opera grandi fenomeni dalla uscita delle lave dal seno dei vulcani fino al loro total raffreddamento. Liberatesi appena dall'enorme pressione che sostenevano, elle gonfiano come una pasta che lieviti e si distendono; i gassi, che non senton più la compressione, emanano e sviluppansi dalla loro pasta, e fanno che la superficie della lava presenti in piccolo in più luoghi i fenomeni della grande eruzione che le ha data l'origine: veggonsi innalzarsi monticelli sulla corrente che nasce; abbondanti emissioni di gassi e di vapore vi scavano piccoli crateri, dai quali escono le scorie; e la lava bolle tuttora

camminando, e lascia una crosta piena ad un tempo di eminenze e di cavità, di rigonfiamenti e di crateri in miniatura. — Sempre le lave non sono così scabre dalla loro uscita; ma tutte però producono in abbondanza materie saline, che l'acqua delle piogge porta via ben presto: riscontransi nelle loro cavità come sulla loro superficie efflorescenze composte di cloruro di sodio misto al cloruro di ferro; vi si raccoglie del solfato di sodio, del solfato e dell'idroclorato di potassa e d'ammoniaca, dell'ossido di rame, ec. ec.: dopo l'eruzione del Vesuvio del 1819-1820, il Davy vi trovò un cristallo di sal marino, colorito in porpora dall'idroclorato di cobalto.

Tuttavia la superficie delle correnti non tarda a perdere la sua fluidità e la sua alta temperatura. Appoco a poco diventa nera pel contatto dell'aere, e finisce col solidificarsi; ma ci vuol molto tempo perchè l'interno ugualmente si raffreddi: — finchè resta nella parte inferiore uno strato di lava che serba un po' di fluidità pastosa, la corrente progredisce, e lo strato superiore, rappreso, si rompe in mille modi, comprimendo per la sua contrazione lo strato ancor liquido, che continua a proceder oltre. A questa inuguaglianza di raffreddamento bisogna attribuire lo stato di dislocazione che osservasi in tutte le lave moderne; e se gli stessi caratteri non ci sono offerti da certe lave antiche, come dai basalti, questo succede perchè le non traboccarono su piani inclinati, ma radunaronsi in bacini, ove si sparsero sur un livello quasi perfettamente piano. I corsi di acqua che soventi volte occupano le valli nelle quali le lave discendono, contribuiscono pure a raffreddarle; dopo le eruzioni essi a poco a poco riprendono il loro corso antico, e formano scaturigini all'estremità delle lave raffreddate, come si osserva nella maggior parte dei vulcani spenti.

È molto difficile formarsi esatta idea dello spazio di tempo che è necessario pel raffreddamento completo delle lave; questo spazio è sempre lungo, ma la misura è incostante: — nel 1819 vedesi sui fianchi dell'Etna una corrente, che nove mesi dopo l'eruzione progrediva ancora colla velocità di circa un metro al giorno; ed il Beaumont, nel suo viaggio sull'Etna, ha sentita la lava calda ventidue mesi e mezzo dopo ch'era uscita dal cratere. La grande corrente di lava, che nel 1669 accumulossi a grande altezza a piè delle mura di Catania, fumava ancora dopo diciotto anni! Le

lave che corsero, nel 1783, a piè del Skaptar-Jekul, in Islanda, eran calde tuttora nel 1794, undici anni dopo la loro eruzione. Verso la fine dell'ottobre del 1832, il Beaumont osservò la grande corrente, che due anni avanti era uscita dai fianchi del Vesuvio e s'era diretta verso Ottaviano, dalla quale dileguavasi una nube densa che comodamente distinguevasi di mezzo al golfo di Napoli, a quattro leghe di distanza: quel fumo continuò ancora per molti mesi.

Facilmente concepiscesi del resto, come la lava possa conservare per tanto tempo una temperatura elevata, quando ella è riunita in correnti di un'enorme grossezza: le parti esterne si oppongono al raggimento interno, e accade per queste masse ciò che succede pel raffreddamento del globo, il qual raffreddamento ora è quasi nullo, perchè uno strato solido assai denso opponesi all'emissione del calore centrale: questa osservazione è di Elia di Beaumont, il quale trovò, che la lava da noi sopraccitata di dieci o dodici metri di grossezza, dopo ventidue mesi e mezzo era ancor calda nell'interno, mentre un'altra lava, perchè non avea che circa tre metri di grossezza, dopo diciotto mesi soltanto che avea traboccato dal gran cratere, s'era totalmente raffreddata. . .

Passando ora a dire del volume delle lave, noteremo, che la quantità di tali materie che nelle eruzioni surge dal seno della terra, è sempre grandissima e qualche volta prodigiosa in modo da colpire l'immaginazione; nulladimeno ella è ben piccola cosa, se paragonasi alla massa del globo. La lava che uscì dal Vesuvio nel 1731, fu calcolata dal Serrao a 5 milioni circa di metri cubici. Il Breislak, che ha data una descrizione dell'eruzione del 1794, di quella che distrusse la città di Torre del Greco, calcolò, che la lava sgorgata allora dal Vesuvio per due bocche differenti, ammontò a più di 11 milioni di metri cubi. — Quella di Parion, vulcano spento dell'Alvernia, offre un totale di 33 milioni di metri cubi; e quella di Gravenoire, altro vulcano estinto, di 57 milioni. — Queste masse non possono tuttavia paragonarsi a quella, che nel 1669 uscì dall'Etna e tolse la vita a 17 mila Catanesi ed a più di 60 mila abitanti della falda del grande vulcano, il quale coprì della sua lava uno spazio di quattordici miglia in lunghezza su sei di larghezza, ch'è quanto dire ottantaquattro miglia quadrate di superficie: se poi moltiplicasi questo numero per l'altezza della massa, si ottiene una somma totale che spaventa l'i-

maginazione!! — Nel 1783, una corrente di lava coprì nell'Islanda un'estensione di venti leghe di lunghezza su quattro di larghezza; esempio più ragguardevole che si conosca di fenomeni di tal genere, e che evidentemente prova, che una tal massa non potette provenire che dall'interno del globo, poichè niuna montagna di quell'isola potrebbe contenerla ne' suoi fianchi. . .

Ora vogliam discorrere di alcuni fenomeni dipendenti dalle eruzioni vulcaniche e modificanti più o meno i conì ed i crateri che servono d'uscita alle diverse materie delle quali abbiamo parlato.

Indipendentemente dai terremoti che cambiano qualche volta interamente l'aspetto delle montagne vulcaniche, i fenomeni meteorici hanno pure un'azione incontestabile nelle eruzioni. Le scariche elettriche succedonsi per così dire senza interruzione e stabiliscono una comunicazione continua fra il cratere e l'atmosfera. I vapori abbondanti che vengono fuori non tardano a condensarsi, e ricadono in grosse gocciolc sulla terra che inondano. Queste piogge, incontrando le sabbie e le scorie vomitate dal vulcano, le portan via seco loro, e formano istantanee alluvioni che discendono dalla montagna sotto forma di torrenti di fango. — In generale la pioggia indica il cessar della crise, ed il vulcano riprende quindi il suo stato di riposo abituale.

Ma non bisogna confondere queste piccole alluvioni fangose cogli immensi torrenti che scendono dai vulcani del Nuovo Mondo, e che rendono in generale le loro eruzioni cotanto disastrose. Le acque limacciose o il fango, raramente traboccano dagli orli del cratere, ma quasi sempre escono in quantità enorme dagli spechi laterali aperti nei fianchi del monte. Queste eruzioni osservansi raramente in Europa, dove i vulcani non aggiungono a grandissima elevazione; ma sono comunissime in America, secondo l'Humboldt, ove queste materie fangose spesso sono le sole rigettate dai vulcani. Infatti, gli enormi conì vulcanici di quella parte del mondo aggiungono a tale altezza, che grandi masse di nevi adunansi sulla loro sommità, negl'intervalli di riposo; le quali struggonsi quando i vulcani cominciano ad agire, e le acque scendono a precipizio verso le regioni inferiori, e producono inondazioni disastrose. — Ciò pure succede nei vulcani d'Islanda, ma in una proporzione assai minore.

Soventi volte accade eziandio, che la causa di queste eruzioni

fangose debba piuttosto riferirsi ai laghi sotterranei, che occupano vaste cavità or dentro i fianchi, ed or nelle viscere stesse dei monti vulcanici. Quando le terrestri commozioni, che generalmente precedono le eruzioni ignee nella catena delle Ande, hanno fortemente scrollato tutta la massa delle montagne, s'aprono i sotterranei abissi ond' esce al tempo stesso acqua e tufo argilloso con prodigiosa quantità di pesci. Questo accadde nella notte del 19 giugno 1798, dopo che la cima del Carguaraizo, montagna alta 18 mila piedi, sprofondò: tutte le campagne circovicine, in un raggio di due leghe quadrate, furono coperte di fango e di pesci! — Sette anni avanti, la febbre pernicioso, che desolò la città d'Iburra, era stata attribuita ad una simile eruzione del vulcano d'Imbaburà. Il Cotopaxi, il Tunguragua, ed il Sangay, anch'essi vomitano qualche volta dei pesci pel cratere che è alla loro sommità, o per laterali fessure alte circa 2500 o 2600 tese dal livello del mare. — Del resto è notevolissimo, che il pesce vomitato da questi vulcani sia vivo ancora quando discende colle acque giù pe' fianchi del monte; viaggiatori naturalisti, testimoni di alcuni di questi fenomeni, hanno verificato, che i pesci vomitati dal Cotopaxi insieme a torrenti d'acqua dolce e fredda, sono quasi sempre intatti, o trovansene pochissimi abbastanza sfigurati per fare credere che sieno stati esposti all'azione di un forte calore; cosa singolare, se farsi attenzione alla mollezza della carne di questi animali ed al densissimo fumo che il vulcano esala nel tempo di tali stranissime eruzioni. Quindi, giusta ogni apparenza, è certo, che i pesci abitano sotterranei laghi, ascosi in seno alla catena delle Ande; e perchè sono della stessa specie di quelli che popolano i ruscelli che irrigano il piè dei vulcani, devesi eziandio argomentare, che tra le acque correnti e le stagnanti nelle viscere della terra esistano ignote ma certe comunicazioni. I paesani chiamano questi pesci *prenadillas*, e sono il *pimelodes cyclopus* degli ittiologi.

Diversi vulcani del Giappone van soggetti ad analoghe eruzioni: nel gennaio 1793, tutta la cima del monte Unsen sprofondò, e uscirono dai suoi fianchi lacerati e rotti, torrenti d'acqua bollente per vari giorni. Il 1.^o aprile, dopo uno spaventevole terremoto, il monte Illigama, nell'isola Kiu-Siu, vomitò da prima un'enorme quantità di rocce nel mare, ciò che fu seguito da una inondazione, e

poscia uscì dalla montagna un torrente di acqua che fece perire circa 53 mila persone. — Gli altri vulcani conosciuti del Giappone, l'Asmang-Daki ed il Bivono-Rubi, nell'isola di Nifon, presentano eruzioni analoghe a quelle dei vulcani d'Europa, fuorchè rigettano anch'essi molto fango.

Alcune eruzioni dei vulcani d'America hanno pure dato origine ad una materia ricca di carbone, specie di fango o di torba conosciuta sotto il nome di *moya*, adoperata dagli abitanti di que'paesi comè combustibile. Ma queste diverse eruzioni fangose non succedono soltanto pel cratere o per le spaccature laterali dei vulcani, chè elle avvengono eziandio, secondo l'Humboldt, per i cretti della terra formati da violenti terremoti: nelle Aude di Quito, addì 4 febbraio 1797, un masso di trachite s'aprì nei dintorni di Pesileo, e dalla spaccatura uscì immenso volume di quel *moya* onde abbiamo parlato, che coprì una vasta superficie di terreno: presso del Rio Bamba la stessa materia formò una intera collina! — Nel tempo del terremoto di Cumana, settembre 1797, da molti spacchi del suolo uscirono acque e bitumi. — In una pianura che si distende verso Cassany, due leghe ad austro di Cariaco, la terra spaccossi, e dalle sue crepacciature uscì acqua pregna di acido solforico.—Nel tempo del terremoto di Caracas, la terra si fratturò presso Valicillo, ad alcune leghe da Valenzia, e vomitò quantità tanto grande di acqua, da formar un fiume immenso. — Identico fenomeno fu osservato a Porto Cabello. — A ponente della Sierra di Meapicè, uscì da un terreno rotto dalle commozioni sotterranee tanto bitume che devastò la città di Cumana, ec. ec. ec. . .

Fin qui riassumemmo sulle opere dei più celebri naturalisti, e specialmente su quella recentissima del più volte citato Lecoq, i differenti caratteri delle eruzioni, e studiammo i vulcani nelle loro grandi agitazioni e nei loro violenti parossismi: ma questo studio sarà sempre incompiuto, perchè la loro potente azione manifestasi senza continuità, sibbene interrotta da spazi più o meno lunghi di tempo. Le vulcaniche eruzioni non succedono che ad epoche indeterminate: alcuni monti ignivomi non danno per secoli segno d'azione, mentre poi tutto ad un tratto risvegliansi e stranamente s'incendiano.

Secondo l'opinione del sapientissimo Humboldt, le eruzioni sono

tanto più rare quanto maggiormente i vulcani sono elevati: il più piccolo dei vulcani studiati dall' uomo è quello dell'isola Stromboli, il quale è in continua agitazione; il suo cratere è sempre pieno di una lava in fusione, che ad intervalli di 8 o 10 minuti s'innalza fino ai suoi orli, e s'abbassa fino in fondo: nel suo maggior flusso ella si rompe forte esplodendo, e lancia in aria una parte della materia fusa, mista a fumo e ceneri.—Le eruzioni del Vesuvio sono frequenti; quelle dell' Etna sono più rare; quelle del picco di Teneriffa lo sono ancora di più; i vulcani colossali delle Ande, come il Turguragua, il Cotopaxi, il Sangay, ec., offrono appena un'eruzione nello spazio di un secolo, ec. ec.

Molti vulcani ardono da tempo immemorabile conservando sempre la stessa energia. Il Vesuvio e l' Etna hanno eruttato nei più remoti tempi: avanti l'era volgare il Vesuvio fu lungamente in riposo, ma gli uomini serbavano la memoria dei suoi antichi incendi, poichè diversi classici autori, segnatamente Strabone e Diodoro di Sicilia, parlano del Vesuvio come di un monte che arse in epoche remote ed incognite per essi. Comunemente riguardasi come la più antica delle sue eruzioni conosciute, quella del 24 agosto dell' anno 79 dell'era volgare, la quale fu cagione della morte di Plinio il naturalista, e seppellì nello stesso giorno le celebri città di Ercolano, Pompeia e Stabia: prima di quell'epoca, il cratere del Vesuvio era adombrato da un bosco di grandi alberi, ma dopo è stato quasi sempre infuocato, poichè vi si sono succedute circa quaranta grandi eruzioni.—È noto che i primi accendimenti conosciuti del Vesuvio non produssero che ceneri e scorie incoerenti, e che fu nell'eruzione del 1037, che per la prima volta ne uscì della lava: su questa corrente di lave è costruito Portici.

La lunghezza delle eruzioni varia singolarmente: ora le non durano che alcuni minuti, e allora sono frequentissime, come le semplici eruzioni di ceneri e di pozzolane del Vesuvio e dell' Etna, o come le intermittenti eiezioni di Stromboli. Altre volte durano alcune ore, come quella dell' Awatscià nel Kamtschatka, che nel 1757 continuò sole 24 ore:—ma generalmente persistono per vari giorni, come succede nel Vesuvio; ovvero per più mesi, come fa l' Etna ed il vulcano dell' isola di Teneriffa. È raro però che durin degli anni interi: pur qualche volta ciò avviene, specialmente nei grandi vulcani.

Ordinariamente dopo le grandi eruzioni la montagna non emana che vapori corrosivi, i quali escono da diverse parti del cono; vapori che si osservano pure nei vulcani che da lungo tempo riposano o che sono per spegnersi affatto, come, per esempio, nella *solfatara* di Napoli. I Campi Flegrei, presentano migliaia di questi fumacchi; e poichè le chimiche azioni e reazioni quivi succedono in gran numero, ne avviene che una infinità di prodotti depositansi sulle fessure delle rocce costituenti le pareti dei crateri, come concrezioni, cristalli, fiori minerali, scherzi insomma della materia inorganica abbondanti e variati. . .

Tale, in succinto, è la naturale istoria delle eruzioni vulcaniche, e tali sono i diversi aspetti nei quali elleno presentansi, ed i fenomeni che alla superficie della terra producono.

Mi sia concesso finir la presente Lezione, colla esposizione della opinione che sembrami la più giusta, intorno alla cagione prima delle vulcaniche eruzioni. Per me credo, che la fusa materia surga dalle viscere della terra per tutt'altro motivo che quello di una proiezione centrale, forza della quale io non potetti mai farmi precisa idea: ma al contrario mi son resa compiuta ragione delle eiezioni delle lave, supponendo, che la crosta della terra ricada alcuna volta or quinci or quindi sull'oceano della materia incandescente, la quale, trovandosi compressa, reagisce contro le pareti comprimenti, che, se resistono, costringonla a salire su pei lunghi tubi dei cammini vulcanici. È inutile avvertire, che il ricadimento di poche linee sur uno spazio considerevole di crosta terrestre (del qual fenomeno sarebbe difficilissimo, credo impossibile, accorgersi), può bastare per produrre le più copiose eiezioni di lava, non solo da uno ma da molti vulcani ad un tempo. Rimarrebbe ad esplicare la cagione di queste direi quasi contrazioni della crosta del globo: ma perchè non potrebbero elleno essere l'effetto di successivi raffreddamenti ed incalorimenti delle diverse parti di questa crosta, dipendenti dalle varie e complicatissime azioni e reazioni chimiche che ponno succedere specialmente in quelle di tali parti che sono più vicine alla materia incandescente, e perciò da non molto tempo solidificate? È noto a tutti, che un corpo che si riscalda cresce di volume e in certa guisa rigonfia; mentre quello che raffreddasi diminuisce di mole contraendosi. — E ad ulterior chiarimento di questa idea sulla cagione prima

delle eruzioni delle lave, ecco io propongo, specialmente ai naturalisti napolitani, la soluzione del seguente problema:

Nelle epoche diverse dello abbassamento del suolo della Campania littorale (per lo meno), le eiezioni delle lave dal Vesuvio furono più frequenti che nelle epoche del sollevamento del suolo medesimo? — E noto che il cavalier Antonio Niccolini ha comprovato, per precise e lunghe osservazioni sulle fasi del livello del mare instituite nel Serapeo Puteolano, non solo il fatto di successive depressioni e sollevamenti di quel suolo, ma con raro ingegno ha distinte le epoche di tali fenomeni, e determinati gli spazi di tempo che ognuna di esse comprende.

LEZIONE LXIV.

DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA DEI VULCANI E DISTINZIONE DI ESSI IN DUE GRANDI CLASSI.

Dicemmo altrove, che la energia vulcanica, nella intensità che odiernamente manifesta alla superficie del globo, è come un trastallo da fanciulli al paragone della immensa forza colla quale ne'primi tempi, nelle origini del mondo presentavasi: sentenza comprovata dal numero prodigioso dei vulcani spenti, che in ogni contrada s'incontrano; da quantità infinita di altri geologici monumenti, ed anche dalla logica della teoria del calor centrale, la quale conchiude: che la crosta solida e fredda del nostro pianeta fu in antico meno spessa di quello che oggi non mostrisi; lo che conduce ad argomentare, che in quelle epoche primitive, la energia del fuoco centrale, meno fortemente contenuta nelle viscere del globo, dovette per conseguenza manifestare alla superficie del medesimo più frequenti e infinitamente più terribili i fenomeni vulcanici di quello che odiernamente non succeda.

Nulladimeno, è ancor lontana l'epoca in cui per lo continuo crescere della spessezza della corteccia del nostro pianeta gli effetti vulcanici cesseranno di manifestarsi e di agire alla superficie: il numero dei vulcani noti su tutta la terra s'eleva ancora a circa 300, dei quali altri sono in piena attività, ed altri pare vadano a spegnersi a poco a poco: ma chi ne dirà ch'essi, come successe del Vesuvio nostro nei tempi classici, non riprendano un dì forza novella ed attività più vigorosa di prima?

Del rimanente, le bocche vulcaniche non sono sparse a caso sulla faccia del globo; è facile infatti comprendere, che il fuoco centrale cercando di sbucare inverso la superficie, dovette forare la crosta della terra nei punti ov'ella offriva minor resistenza e nei quali cagioni particolari più facile rendeano la emissione dei gassi e delle altre materie. — Ma questi 300 vulcani, sono inugualmente situati nelle isole e sui continenti:

L'Europa (tra attivi e semispenti) ne conta 24, dei quali 4 solamente sul continente e 20 nelle isole. I principali sono in Italia, o nel mezzo dell'Atlantico ad occidente del Portogallo.

Il *Vesuvio*, vicino a Napoli, è il solo vulcano veramente attivo del continente europeo. Gli altri vulcani italiani sono insulari:

È noto che l'*Etna*, in Sicilia, è il più alto e grande di tutta Europa; la sua vetta la cede appena in altezza alle Alpi, ma supera qualunque cima dell'Appennino; ond'è che gli Arabi, conquistatori di quel bel paese nel medio evo, chiamaronlo per antonomasia il *Monte*, che in loro favella dicesi *Gibel*; e da ciò gli Occidentali ne hanno fatto la denominazione viziosa di *Mongibello*.

Altri vulcani fumano nel gruppo delle isole Eolie, che sorgono nel mar Tirreno a borea della Sicilia, e sono *Vulcano*, *Vulcanello* e *Strongoli*.

Il gran *Vulcano del Pico*, e quello di *San Giorgio* ardon nelle Azore, come immensi fari nel mezzo dell'Atlantico.

Europa possiede nelle terre inospitali della Nuova Zemlia, oltre il circolo polare artico, il vulcano più boreale di tutto il globo, ed è quello del monte *Saritseeff*.

Questi sono i vulcani più attivi d'Europa. Ma ella ne ha molti la cui azione è ascosa dalle acque del mare: presso l'isola di Santorino nel mare Egeo, v'è un vulcano che di tanto in tanto solleva scogli ed intere isolette. A chi non è noto l'evento dell'isola *Giulia*, surta nel tempo di una grande eruzione sottomarina tra la Sicilia e Malta, e poi, cessata l'azione del vulcano, disfatta dai flutti? Vulcani subacquei sono anche nel mare delle Azore, presso le isole di San Michele, di Terzera e di San Giorgio. . .

L'Africa possiede 2 vulcani sul continente e 9 nelle isole; in tutto 11.

I principali sono: il *Mulonda-Zambi* (Monte delle Anime) sul

continente, e precisamente tra i regni di Angola e di Benguela, regioni ultra-equatoriali sul declive Atlantico.

Nelle isole poi, a tutti è nota la celebrità del *Pico di Teida* nell'isola Teneriffa, una delle Fortunate o Canarie; questo vulcano è dei maggiori del globo. Un'altra ignivoma montagna sorge nella vicina isola di *Lanzarota*.

Anche nelle isole del Capo Verde arde un vulcano, che dai fenomeni che offre è detto *Pico del Fuoco*.

Sul declive dell'Oceano Indiano è incerto ancora se l'Africa continentale possedga vulcani di grande attività; ma ne ha uno formidabile sull'isola di Borbone, situata in mezzo al mare delle Indie, a gran distanza da Madagascàr. . .

In Asia ardon con varia energia 46 vulcani, cioè 29 nelle isole e 17 sul continente. Tra quelli del continente, i principali sono nelle sue regioni borea-orientali, là nella penisola del Kamtsiatka, ove contansene cinque, il più formidabile dei quali è il *Klintsciskoi* o *Vulcano di Tolbatscik*: — l'*Avatscia* e il *Kamtsiatkaia* sono due altre immense ignivome montagne di quel paese.

Secondo l'Hamilton, arde un vulcano nei *Dgenkheit*, monti dell'Indocina, non lungi dal mar di Bengala.

Notevoli sono i vulcani di *Pe scian* o *Escik basee*, e di *Hotsceu*, nell'Asia Centrale, perchè lontanissimi da qualunque mare.

Finalmente, il continente asiatico possiede due grandi vulcani nelle sue regioni occidentali: uno è tra i monti di *Demavend*, che sorgono ad austro del mar Caspio; le sue fiamme scorgonsi perfino da Teheran, metropoli dei Persiani: l'altro, è il monte *Seiban*, che arde in Armenia.

In quanto ai vulcani insulari dell'Asia, i più formidabili sono quelli del Giappone, che ne conta molti, come il *Fusi no yama*, il *Sira yama*, e l'*Asama yama* o *Asama no dakè*, nell'isola di Nifon; l'*Unzen ga dakè*, il *Miji yama* e l'*Aso no yama*, nell'isola Kiusiu; — l'isola Ieso ne ha tre intorno alla *Baia dei Vulcani*.

Le Curile, catena d'isole che lega il Giappone alla penisola sopra citata del Kamtsiatka, posseggono tra gli altri vulcani quello di *Urbitee*, ch'è il maggiore, e quello di *Ku essima*, particolare per esser forse il più basso del globo (non però il meno attivo), poichè la sua altezza sul livello del mare aggiugne appena a tese 25. —

E similmente le Aleuzie, altra più lunga catena d' isole , che congiugne in qualche guisa come i piloni di un gran ponte l'Asia alla Colombia, contano gran numero di vulcani, onde i principali, dal nome delle isole sulle quali stanno, appellansi *Alaid*, *Ikarma* e *Tscirikotan*.

Perfino nel mare dell'India l'Asia possiede un vulcano attivissimo, ed è nell'isola *Barren*, una di quelle del gruppo delle Andamane. . .

L'Oceania numera 108 vulcani finora noti.

Nessuna parte del globo offre altrettanto numero di vulcani, se questo specialmente paragonasi colla breve superficie delle terre oceaniche comparativamente all'ampiezza delle asiatiche, delle africane, e delle americane.

In *Giava* son quindici vulcani; in *Luson* quattro (tra i quali il *Mayon* o *Albay*, e l'*Arayet*), ed in *Sumatra* cinque. Poi *Mindanao*, *Mindoro*, *Flores*, ec., ne hanno molti; come un'infinità di altre isole che qui per brevità non nominiamo. Il vulcano di *Tomboro* nell'isola *Sumbava*, quello di *Ternate* nelle Molucche, ed il *Gunong api* nell'isola di *Banda*, sono di un'attività meravigliosa. Il vulcano di *Tofoa* nelle isole di *Tonga*, e quello di *Tanna* nell'Arcipelago di *Quiros*, ponno stare al paragone di più formidabili del mondo. Forse anche nelle isole della *Tasmania* (*Nuova Zelanda*), ardono dei vulcani; come uno ne fu scoperto in piena attività, non sono molti anni, nelle montagne austro-orientali dell'*Australis*.

Ma il più gigantesco dei monti ignivomi dell'Oceania è il *Mauna-roa*, nell'isola *Hawai*, nell'arcipelago di *Sandwich*, alla cui base è la grande voragine di fuoco chiamata *Kerawya*. . .

Nel Nuovo Mondo sono 114 vulcani, 86 nel continente Colombiano e Americano, e 28 sulle isole.

In America sono notevolissimi l'*Antisana*, il *Cotopaxi*, il *Sanguay* ed il *Pichinca* nella regione dell'Equatore; i vulcani di *Pasto*, *Sotora* e *Purace*, nella Nuova Granata; quelli di *Guagua-pilitina* (o *Vulcano di Arequipa*) e di *Sehama*, nel Perù; i vulcani di *Copiapo*, *Chilan*, *Antoco* e *Peteroa*, nel Chili: tutti questi monti ignivomi sono sul continente.

Nelle isole americane poi noteremo, il vulcano di *Bridgman* nella

Scetlanda Australe, siccome uno dei più vicini al polo antartico; e non dimenticheremo di avvertire la esistenza dei vulcani subacquei presso le isole chilesi e peruviane del grande oceano, lungi dal lido. . .

Nella Colombia sono notevolissimi i vulcani di *Soconusco*, di *Fuego*, di *Agua*, di *Pacaya*, di *Grenada*, di *Telica*, della *Puebla* o *Popocatepetl*, di *Orizaba* o di *Citlaltepelt*, di *Colima* e di *Xorullo*, nella regione Messicana: il gran vulcano di *Sant'Elia*, quello del *Bel Tempo*, e i due della penisola di *Alaska*, nelle contrade colombiane di *Oregonia*, *Beringia* ec.

In sulle isole, Colombia possiede alcuni vulcani in ambedue gli oceani: ne ha sulle *Aleuzie* nel Grande Oceano; ne ha sulle *Antille* nell'Atlantico, tra i quali è notevole il vulcano di *San Vincenzo*: forse ne ha eziandio nelle isole circumpolari della Groenlandia. Ma i più attivi vulcani insulari di Colombia sono certamente gl'Islandesi, tra i quali notansi il *Krabla*, il *Leirhnukr*, l'*Oerafejokul*, il *Kollugiaa* o *Sidujokul*, il *Skaptafellsjokul*, e l'*Hæcla*. . .

Cosicchè, recapitolando in poche somme tutte le dette cifre, avremo per risultamento il numero 300, che è il totale di tutti i vulcani ancora più o meno energicamente attivi; ed i numeri 109 per quelli continentali e 194 pegli insulari. Dal qual computo emerge evidente, che i vulcani di questa ultima categoria stanno a quelli della precedente come appresso a poco il numero 2 sta al numero 1: ma se quindi esaminiamo la posizione di que' che ardono sui continenti, è da notare, che nella massima parte essi son situati presso il mare, e che non è che ristrettissimo il numero di quelli veramente mediterranei, sebbene però e' basti a provare, che l'acqua marina non è, come fu supposto, la cagion prima nè l'elemento necessario delle vulcaniche eruzioni.

Questa curiosa posizione dei vulcani, dipende probabilmente dalla linea di frattura che confina le terre sollevate sulla superficie del mare; il dislocamento della crosta del globo dee produrre lungnesso questa linea minori resistenze, minori ostacoli alla emersione dei fluidi elastici ed allo sgorgo delle materie fuse che esistono nelle viscere della terra; mentre è assai più difficile alla materia di aprirsi un passaggio nel mezzo dei continenti, perchè in quelle posizioni raramente presentasi un concorso di circostanze favorevoli abbastanza

a permettere una permanente comunicazione tra l'interno del globo e l'atmosfera. . .

Ma la distinzione dei vulcani in continentali ed insulari, distinzione puramente geografica, non è la sola che i naturalisti abbiano proposta: un celebre geologo, Leopoldo de Buch, fa notare, che tutti i vulcani della terra ponno essere divisi in due classi essenzialmente diverse: in *vulcani centrali*, e *catene vulcaniche*: la qual distinzione è più profonda e più fisica della prima e però veramente scientifica, e concorda con tutte le osservazioni e gli studi sui vulcani di cui la scienza della geologia va oggi arricchita.

I vulcani della prima classe formano sempre il centro di un gran numero di vulcani parassiti, ne sia permesso il termine; le eruzioni della materia incandescente succedono d'intorno ad essi in tutti i sensi ed in modo quasi regolare: — mentre i vulcani della seconda classe sorgono d'ordinario a poca distanza tra loro; e sono allineati sur una stessa direzione. Il numero di questi ultimi diversifica molto, come quello dei vulcani aggruppati intorno ad un centro: e gli uni e gli altri formano particolari sistemi, che presentano fenomeni comuni a tutti, salve alcune locali eccezioni; di guisa tale che, ogni sistema potrebbesi considerare siccome il risultamento di un solo vulcano, le bocche del quale, or più or meno numerose, o allineansi in una medesima direzione, o spalancansi in cerchio d'intorno ad un centro.

Nè in Europa, nè in Asia, nota Alessandro di Humboldt, nessun vulcano attivo è situato al presente sur una catena di montagne, ma tutti ne sono or più or meno distanti: mentre nel Nuovo Mondo, i più considerevoli vulcani costituiscono non piccola parte della lunga giogaia delle Cordigliere: fatto che merita la maggiore attenzione dei geologi. — Nel Chili e nel Guatemalense, i vulcani sono disposti a file parallele, e fiancheggiano in certa guisa la catena delle montagne primitive.

È un fatto notevole, avverte il Lecoq, l'esistenza in Europa di vulcani allineati come quelli delle Cordigliere. E'son comuni in tutta la Francia Centrale: ma mentre in America i vulcani allineati ardono ancora, que' di Francia han cessato da gran tempo d'essere attivi; in Europa l'attività vulcanica limitasi adesso ai vulcani centrali. Forse, nel processo del tempo, il Nuovo Mondo offrirà lunghe file

di vulcani estinti, mentre i vulcani centrali e aggruppati, come l'Etna ed il Vesuvio, diventeranno le sole montagne ignivome di quel continente, in cui la intensità delle forze ancora agenti potrebbe permetterci di considerarlo come meno vecchio del nostro, o separato per una crosta un poco più sottile dalla materia fusa delle viscere della terra. . .

Distinti così i vulcani in centrali ed allineati, o in gruppi e catene vulcaniche, il precitato Leopoldo de Buch spiega come la natura operò per formarli: questi ei considera prodotti dai grandi dislocamenti o spacchi risultati dal sollevamento delle catene delle montagne sottomarine; infatti i vulcani di questa categoria o s'elevano sotto la forma di isole poco distanti e parallele alla catena sollevata, o sorgono lungnesso una giogaia continentale sulla quale formano le più alte sommità.

Ma quando le materie che cercano di sorgere dalle viscere della terra verso la superficie, non trovano nessuno spacco o dislocamento della crosta, che possa facilitare la loro uscita; o quando la resistenza che le rocce preesistenti oppongono alla frattura è troppo considerevole, allora, dice il de Buch, l'azione vulcanica compressa sotto la crosta del globo cresce ed aumenta d'intensità, finchè vince quella resistenza, rompe sovente le masse che le faceano ostacolo, e formasi una nuova fessura, pella quale, quand'è abbastanza considerevole, stabiliscesi una permanente comunicazione dell'interno della terra coll'atmosfera. Così produconsi i vulcani centrali. . .

LEZIONE LXV.

CARATTERI E FENOMENI PARTICOLARI DEI PRINCIPALI VULCANI DELL' ANTICO MONDO.

Conservando sempre la distinzione del de Buch in centrali e alineati, noi descriveremo brevemente alcuni caratteri individuali dei maggiori vulcani che ardono ancora alla superficie del globo.

Ma prima diremo di quei dell' Antico Mondo; poscia di quelli del Nuovo; finalmente di quelli dell' Oceania. . .

Tra i vulcani centrali del Mondo Antico, uno dei più noti e dei più famosi per la sua altezza e pella sua estensione è l' *Etna* o *Mongibello*. Ha la forma di una cupola alquanto schiacciata in alto, e s'appoggia alla estremità delle montagne granitiche che dalla Calabria passano in Sicilia, separano Messina dai liti settentrionali dell'isola, e finiscono a Taormina. — Il de Buch crede, che l'Etna sorga alla estremità di un immenso spacco percorrente la Sicilia da libeccio a grecale.

Sovr'uno dei fianchi dell'Etna esiste una vallata profonda nota sotto il nome di Valle del Bove, che il precitato de Buch considera come uno avvallamento del fianco del vulcano.

La forza di proiezione dell'Etna è tale, che molte volte il torrente delle materie fuse potè elevarsi su pel cammino del vulcano fino al gran cratere e traboccarne: ma la massima parte delle sue eruzioni succedono dai grandi spacchi, che apronsi in cima del monte all'altezza di più di 9 mila piedi.

Senza contare i numerosi monticelli che sono sparsi su diversi punti, esistono non meno di 80 con secondari sulle falde boreali ed

orientali dell' Etna, alcuni dei quali hanno dimensioni considerevoli: il cono Minardo (presso Bronte) ha 700 piedi d' altezza , e i conetti detti Monti Rossi (vicini a Nicolosi), formati nel 1669, sono alti 450 piedi e ne hanno 2 mila di circonferenza alla base. Tutti questi conetti, figli dell' Etna, che torreggia di sopra ad essi come un gigante infra un popol di pigmei, presentano grandi differenze di forme e di aspetti; essi costituiscono appresso a poco intorno al monte che li ha prodotti un quarto di cerchio dalla parte ch' ei si appoggia ai graniti: 52 sono a settentrione ed a grecale, e 27 ad oriente della cima dell' Etna; non se ne veggono verso la costa del mare, nè ad austro, da' quali lati la falda della montagna confonde col lito e col piano: dalla qual cosa può argomentarsi, che il fianco del vulcano è da quelle parti ancora abbastanza resistente per opporsi alla uscita dei fluidi elastici, i quali non possono schiantare la montagna, alla falda, ma solo procurare l' uscita alle lave a considerevolissima altezza: anzi il Gemellaro, dotto geologo Siciliano, ha dimostrato, che tutte le eruzioni della parte media dell' Etna succedono sopra fessure, delle quali prolungando la linea di direzione, ella passerebbe pel centro del gran cratere; di guisa tale che, la massa dell' Etna sarebbe rotta a stella in diversi sensi, ed i vulcani parassiti eleverebbonsi su questi spaccchi come avviene dei conetti giganteschi del Chili, del Perù, dell' Equador e del Messico sul dosso delle Cordigliere.

Dai più remoti tempi, l' Etna fu conosciuto siccome ignivomo: la mitologia dei primi popoli italiani pose ne' suoi antri la sede delle fucine di Vulcano, nelle sue viscere l' orrendo patibolo d' Encelado, nelle sue caverne la dimora dei Ciclopi, nelle sue campagne il teatro del rapimento di Proserpina: di guisa tale che, le più antiche leggende degl' Itali e de' Greci, associano a questo monte idee infernali di fuoco, di fiamme, di folgori, di sotterranei fragori, di terremoti: prova evidente della sua vulcanica natura in quelle epoche tenebrose; nulla di meno le sue eruzioni furono e sono meno frequenti di quelle del Vesuvio. Una delle più strepitose fu quella che successe nel 1669: un terremoto rovesciò la città di Nicolosi, e spalancò li presso due abissi da cui uscì tanta copia di sabbie e di scorie, da formare i Monti Rossi: nelle vicinanze (precisamente nel piano di San Lio) il suolo spezzossi; lo spacco largo 6 piedi e immensurabilmente profondo,

crepitando allungossi a più riprese e tortuosamente pel tratto di 12 miglia; fin che giunse distante un sol miglio dalla cima dell'Etna: da questo strano cretto usciva vivissima luce. In seguito s'apriroo l'una dopo l'altra cinque altre fessure parallele alla prima ma meno lunghe, dalle quali emergevano immensi volumi di fumo; elle ogni tanto così orrendamente muggbiavano, che udivasene la romba a più di 40 miglia di lontananza! — Del resto il fatto di tali cretti, spiega la origine di quei filoni o lunghe striscie verticali che frequentemente rinvengonsi sull'Etna, ed anche sovr' altri monti vulcanici; infatti, la luce che usciva dal maggiore di essi, era l'effetto del fiume di lava infuocata che là dentro scorreva: alla estremità inferiore della lunga fessura, quel fiume entrava in un antro profondo, il quale probabilmente comunicava con numerose cavernae frequentissime nell'Etna; e là sotto pare fondesse alcuni sostegni delle volte della collina, perchè la esterna superficie di essa alquanto avvallò; e spaccatasi in più siti, da que' nuovi cretti uscì la piena della lava, che, continuando a scendere verso il mare, inondò 14 tra città e villaggi, e aggiunse alle mura di Catania appositamente rialzate fino a 69 piedi nella mira di difendere la città dalla terribile alluvione: ma l'onda ardente s'accumulò in tanta copia sotto le mura, che finalmente senza rovesciarle le superò, e scese in città formando una spaventevole cascata di fuoco. Così rimaneva in parte seppellita sotto liquefatte materie la bella città di Catania.

Qualche volta la lava fonde e strascina con sè gli ostacoli che oppongonsi al suo corso: nella eruzione del 1766, un individuo era asceso sur una collinetta formata di antiche materie vulcaniche, per meglio contemplar di lassù l'avvicinarsi lento e graduale di un maestoso fiume di lava largo 2 miglia e mezzo: tutto ad un tratto, due rami di liquida ardentissima materia staccaronsi dalla principale corrente e circondarono la collina così rapidamente, ch'egli ebbe appena il tempo di salvarsi; poichè dopo un quarto d'ora quella collinetta, alta 50 piedi, s'era già strutta nel fuoco come fosse stata di cera, ed avea alimentata e cresciuta la corrente della lava che procedette innanzi.

Non di rado il processo delle eruzioni dell'Etna si è presentato nel modo seguente, che qui notiamo perchè può servire d'insegnamento anche per concepire il sistema delle eruzioni negli alti vul-

cani: — sonosi prima manifestati i sintomi dell'eruzione nel gran cono centrale dell'Etna, con fumo, muggiti e reverberi luminosi intensissimi, prova evidente della presenza della lava presso gli orli del cratere interno: tutto ad un tratto, ecco odesi un grande scoppio accompagnato da tremito della terra; il cono è fenduto in alto come una ròcca, e di presente la lava sgorga dai suoi fianchi a poca distanza dalla cima: tale è la prima fase della eruzione. Poco dopo la lava cessa di colare di lassù: producesi una nuova scossa di terremoto accompagnata da forte detonazione, e il cono, apertosi più in basso, sgorga di quivi una seconda corrente: e questa è una nuova fase dell'eruzione. Dopo, il fiume di lava sorge una terza volta ma anche più in basso, e poi una quarta, una quinta, ec. ec.; e così di seguito l'una più bassa dell'altra, e tutte in linea retta, per cui bisogna conchiuderne, quelle immense fonti di lave essersi stabilite successivamente sur una lunga fenditura del monte, prima formatasi in alto, e successivamente allungatasi nel momento degli scoppi e delle scosse sopraccennate.

Dopo una simile eruzione, il vulcano può mantenersi in calma per molto tempo, e al suo risvegliarsi non è sempre necessario che ricomincino i fenomeni nell'ordine descritto; poichè nelle nuove eruzioni l'ordine delle bocche ignivome può aumentarsi sulla fessura già formata, spesso procedendo fin quasi alla base del monte. Nel 1819 il fiume di lava uscito da una di queste bocche e sparsosi nella valle del Bove, aggiunse a certe grandi ed alte balze, donde precipitossi formando una serie di cascate: e siccome la lava consolidavasi per aria, così è indescrivibile lo strepito, il rovinio che faceva cadendo: una enorme colonna di polvere prodotta dalla calcinazione delle rocce, e dallo spolverio che nasceva nello spezzarsi delle lave solidificate che tra loro si urtavano, ingombrava tutto l'orizzonte!

L'ultima grande eruzione dell'Etna successe il 16 maggio 1830: sette bocche spalancaronsi sui fianchi della montagna, e otto villaggi, che infino allora non aveano provato il flagello della lava, furono compiutamente distrutti: tutte le case scomparvero sotto monti di sassi calcinati e di cenere rossastre, lanciate dal vulcano a grandi distanze. Quantunque paurosi sotterranei muggiti avessero avvertita la tremenda catastrofe, nulladimeno gli abitatori di que' villaggi viveano sieuri fidando sulla esperienza, che infino allora il flagello non li

avea colpiti; fidanza che cagionò la loro morte! Nessuno dei propinqui potè prima di otto giorni tentare di porgere aiuto agl' infelici incendiati, e quando l'eruzione cessò, non fu trovato vestigio d'uomo nè di umana opera in quei luoghi diventati in brevi istanti di assoluto dominio del fuoco: tanto quella calamità fu terribile, imprevista, e generale. . .

Dal vulcano centrale Etneo, passiamo a quelli delle isole Eolie o di Lipari. — Qui il centro d'azione vulcanica pare sia a *Strongoli* o *Stromboli*. La forma del cono di questo vulcano è regolare e ben segnata; s'eleva molto disopra alle altre isole, e sviluppa materie gassose, che escono dal suo cratere ogni 8 minuti circa, accompagnate da getti di fuoco e da piogge di sassi incandescenti: questa periodicità non s'altera che per influsso dell'atmosfera; i venti meridionali accrescono l'energia del vulcano, e fanno che gli accessi delle sue eruzioni sieno più frequenti; i boreali producono l'effetto opposto.

Il vulcano di Strongoli fu noto dalla più remota antichità: sorge all'estremità di uno spacco che comincia presso l'isola di *Vulcano*; che a *Lipari* biforcasi, e un ramo, l'orientale, fa capo a Strongoli suddetta, mentre l'altro, l'occidentale, estendesi a *Salina*, *Felicudi*, *Alicudi*, infino ad *Ustica*. . .

Il *Vesuvio* è il gran vulcano centrale intorno a cui aggruppansi tutti quelli minori dei Campi Flegrei. Appoggiato sul monte Somma, e nato probabilmente sul fianco litorale di lui, le sue lave non han potuto forare gli strati verticali di quest'ultima montagna; per cui le eruzioni vesuviane succedettero sempre più o meno direttamente dalla parte del mare: e quivi ha accumulata tanta materia da formarne un monte uguale in mole ed altezza a quel di Somma, sebbene in origine e' sia figlio di esso e nato sui suoi fianchi.

Ignorasi l'epoca delle prime eruzioni del *Vesuvio*: la storia principia a numerarle da quella famosa del 79 dell'era volgare, della quale altrove accennammo. Par certo però, che infino al 1036 il *Vesuvio* non eruttasse lave, ma solamente materie polverulenti.

Dal 1500 circa, infino al 1631, il *Vesuvio* ha avuto un lungo periodo di perfetta calma: sulle pendici interne del suo cratere era cresciuto un bosco, abitato da cinghiali; giù nel piano del medesimo cratere verdeggiavano pingui pasture che nutrivano molto bestiame;

e in fondo v'esisteano tre piccioli stagni, uno d'acqua calda ed amara, il secondo d'acqua salsissima, l'ultimo d'acqua dolce ma tepida. Tutto in un tratto (addì 16 dicembre 1631), il vulcano si riaccese, e la foresta, le pasture, i laghi, effetto di un secolo di calma, furono in brevi istanti incendiati, inariditi, consunti, lanciati in aria: sette fiumi di lava scesero ad un tempo dal cratere, e insieme coi torrenti di fango formati dall'acqua che la procella e l'uragano contemporaneamente piovea, sommersero molti villaggi situati sulle falde del monte. . .

Pare che il vulcano centrale delle *Azore* sia quello del *Pico*, situato nell'isola nel nome stesso. Molte notevoli eruzioni succedettero da questo vulcano del *Pico*; oppure diversi scogli tutto in un tratto apparvero intorno all'isola San Michele, curiosa pella varietà dei fenomeni vulcanici sviluppatisi in altre epoche alla sua superficie. — Del resto, la geografica disposizione delle *Azore* fa presumere, ch'elleno non sieno che le parti più prominenti del labbro di un grande dislocamento del suolo, analogo a quello che attraversa l'*Islanda*. . .

Questi sono i vulcani centrali che possiede Europa.

In quanto alle *catene vulcaniche*, elle non si osservano in questa parte di mondo che in Grecia. Quivi costituiscono vere catene, le quali emersero simultaneamente, in una stessa epoca, di sotto alle acque. Infino ad oggi elle però non sono per così dire che il resultamento degli sforzi effettuati nell'interno, per produrre veri vulcani; ma questi ancora non si sono aperti, almeno in modo durevole.—Le isole greche non sono capricciosamente disseminate nel mare; elle non sono neppure riunite in un sol gruppo. Le catene delle montagne che attraversano il continente greco-asiatico, dirigonsi verso queste isole nel medesimo corso e con la medesima natura di rocce, fino nelle parti le più lontane, ed anche quando queste parti non possono più elevarsi al di sopra della superficie del mare; ond'è, che le isole dell'*Egeo* hanno assolutamente la medesima costituzione geologica del continente vicino della Grecia e dell'*Asia Minore*. La roccia vulcanica o plutonica di cui sono in gran parte formate non è in nessun luogo stabilmente accomodata a cratere, ma qua e là semplicemente spaccata, come osservasi nella piccola *Rameni*, una delle isolette emerse di fondo al mare presso l'isola di *Santorino*.

Tali sono i caratteri individuali dei vulcani europei sul continente e nelle isole. . .

Passando ora a descrivere i più noti della regione africana, che sono tutti centrali e insulari, incominceremo dalle isole Canarie.

Le Canarie, antiche Isole Fortunate, van celebri pel *pico di Teyda*, nell'isola di *Teneriffa*, immenso vulcano, così bene studiato dal celebre Leopoldo de Buch, il quale ha verificato, che i sollevamenti delle isole più considerevoli di questo arcipelago, come della Gran Canaria, di Teneriffa e di Palma, son situati esattamente sur una linea, che, alla superficie del suolo, prolungasi da scilocco a maestrale: la quale disposizione pare sia, secondo quel sapiente geologo, il resultamento di un'azione interiore, che e'considera la stessa che ha prodotto il trabocco delle materie di cui è formato lo stesso *pico di Teyda*, e di altre sostanze vulcaniche che vedonsi in Palma e nella Grande Canaria: infatti le isole di Lancerota e di Forte Ventura, che sono in altra direzione, non presentano nessuna traccia di quelle sostanze. . .

Intorno ai vulcani delle isole del *Capo Verde*, siam troppo poveri di notizie per potercene di proposito occupare: tuttavia pare evidente, che il vulcano altissimo che torreggia nell'*Isola del Faoco*, sia il centro di questo sistema.

Meno poi sappiamo dei vulcani dell'Africa continentale (ove però pare ne sieno degli attivissimi in vari punti), per poterci occupare dei loro caratteri particolari; per cui possiam'oltre. . .

Nel mare dell'Indie, l'Africa possiede un gran vulcano sull'isola di *Borbone*; egli è attivissimo e sorge sulla parte orientale della medesima. L'Hubert dice, che dal 1785 al 1801 ogni anno vomitò almeno due torrenti di lava dai suoi fianchi, ed otto di essi giunsero fino al mare. . .

Entriamo in Asia, e prima descriviamone i vulcani centrali, quindi quelli allineati, cioè disposti in catene.

Alcuni dei primi esistono in questa parte di mondo nelle regioni mediterranee. In Cina ve ne sono dei lontanissimi dal mare, e nulla di meno molto attivi. Tale è il *Pe Scian* (vale a dire Monte di Ammoniac), il quale vomita torrenti di lava nel centro dell'Asia a 1200 miglia di distanza dal mar Caspio a ponente, 1100 dal mar Glaciale a borea, 1620 dal Grande Oceano a levante, e 1220 dal mar delle Indie ad austro.

Immense catene di vulcani ricingono l'Asia dalla parte di levante. Leopoldo de Buch, che ha profondamente studiata questa materia, dice, che la frequenza dei terremoti nell'isola di Formosa (presso le coste orientali della Cina) può ragionevolmente far supporre, che la gran fessura vulcanica sulla quale sono le isole Filippine, nell'Oceanica Occidentale, approfondisi sotto il continente Cinese, e dopo lunga interruzione ricomparisca formando i vulcani dell'isola sulfurea di *Leu Keu*, quindi continui sotto Nifon maggiore isola del Giappone, e finalmente leghisi pella lunga serie vulcanica delle Kurile ai monti ignivomi del *Kamtaciarka*.

Il vulcano di *Unsen*, nella provincia di *Nangasaki*, s'inabissò nel 1793, e nel luogo che occupava lasciò una voragine così profonda, che gettandovi un sasso non odesi quando giugne in fondo. Nello stesso anno il *Bivono Kubi* spaccossi in alto, vomitando immensa quantità di lava. Ma il disastro maggiore avvenne a *Kiu Siu* per la tremenda esplosione del *Miyi yama*, immensa montagna che saltò in aria come una polveriera!

Il più considerevole dei vulcani giapponesi è il *Fusi no yama*, alto appresso a poco quanto il pico di *Teneriffa*: sorge in Nifon a libeccio di *Jedo*: non erutta lave che pei fianchi, e la sua sommità sempre fumante è condannata ad eterne nevi. Stando ad una vaga tradizione giapponese pare, che questo vulcano incominciasse a sorgere 285 anni innanzi l'era volgare.

Del resto il Giappone è quasi tutto un vulcano: la energia del fuoco centrale quivi è tanto potente, che ogni dì o quinci o quindi scoppia; e frequentemente succedono catastrofi spaventevoli e vasti incendi.

Taceremo dei vulcani delle Kurile, ma diremo alcuna parola di quelli della penisola *Kamtsciadalia*, che ne contiene molti. Due catene di montagne, differentissime pella loro composizione, si fanno notare in questa parte dell'Asia: l'occidentale non offre traccia vulcanica, mentre l'orientale componesi di picchi elevatissimi e continuo ardenti, e di altri, che senza essere in eruzione, presentano nulladimeno tutti i caratteri dei vulcani. Da quanto ne dice il *Krusenstern*, essi sono veri cammini elevati di sopra ad uno spacco che attraversa l'interno di tutta questa contrada: le fonti calde, e la copia del zolfo che in più siti cuopre la spiaggia del mare, come altrove

fa la sabbia, provano con bastante evidenza, che tutta questa catena di monti è la preda del fuoco. Ella legasi per anelli subacquei con i vulcani delle Aleuzie, e per essi con quelli del Nuovo Continente.

Il maggior dei vulcani del Kamtsiatka, l'ultimo eziandio di tutta la penisola inverso il nord, è, come altrove dicemmo, il *Klintscici-skaja*. I suoi fianchi sono sempre coperti di neve: le lave che colano dalla sommità, alta più del pico di Teneriffa, rotolano sul pendio della montagna miste con le masse gelate che hanno rotto spingendosi innanzi, e producono un rumore che spaventa, e ch'odesi da molte leghe di lontananza. Le falde del cono son piene di zolfo; il cratere, immenso per ampiezza ma continuo variato di forma, fuma eternamente, fiammeggia o scintilla: i vapori sorgono bianchi e densi sotto forma di immensi palloni, che trasformansi quindi in ampi anelli, allargantisi quanto più si elevano, finchè perdonsi a grande altezza nell'atmosfera. . .

L E Z I O N E L X V I .

CARATTERI E FENOMENI PARTICOLARI DEI PRINCIPALI VULCANI DEL NUOVO MONDO.

Passiamo in altro teatro.

Qui l'azione vulcanica mostrasi molto più energica che nel Mondo Antico; e la precipua cagione è forse nella minore spessezza della crosta solida che divide la parte atmosferica del nostro pianeta dalla parte ignea e fusa, che ne costituisce le viscere.

Come dicemmo altrove, ancora nel Nuovo Mondo non sono vulcani centrali, che sembrano l'effetto della stanchezza della Natura: ivi non veggonsi che vulcani allineati o disposti in catene, straordinariamente attivi.

La catena vulcanica delle isole Aleuzie, ne adduce, come nella passata Lezione avvertimmo, alla penisola di *Alaska*, parte di Behringia (Colombia borea-occidentale); alla estremità della qual penisola sono due vulcani, assisi sul dosso del giogo di monti di granito e di scisto argilloso, che tutta l'attraversa, e lanciano le loro cime fumanti ben alto nella regione delle nevi eterne. — Questi vulcani costituiscono dunque l'anello che riunisce la catena vulcanica Giapponese-Aleuzina, alla catena generale dei vulcani del Nuovo Mondo. . .

» Quantunque frequentemente interrotte, e sebbene lo sieno anche per tratti considerevoli, le lunghe serie dei vulcani Colombo-Americani (dice il de Buch) ponno sempre riferirsi alle giogaie dei monti

che s'elevano sul continente. Elle hanno eziandio sotto certi rapporti grandi simiglianze colle catene dei vulcani dell'Oceania Occidentale, e specialmente con quella delle isole Molucche.

» Infatti, la catena vulcanica del Nuovo Continente curvasi inverso maestrale, e dividesi in due altre che circondano il mar di Colombo, nella stessa guisa che i vulcani delle Molucche ricingono il mar Cinese. Di più, questi finiscono per perdersi dove il continente dell'Asia diviene più esteso, nello stesso modo che i vulcani del Nuovo Mondo cessano di comparire appena la Colombia prende una grande larghezza, e diventa molto estesa.—L'analogia non potrebbe esser più perfetta.

» Nulladimeno, questi due principalissimi sistemi vulcanici della superficie del globo, presentano una differenza essenziale che non potrebbe passarsi sotto silenzio: ed è, che la catena della Oceania Occidentale distendesi lunghezza la parte convessa dell'Asia, mentre all'opposto la Colombo-Americana è in connessione colla parte concava del Nuovo Continente . . .

Dopo questa veduta generale, procediamo alle parziali considerazioni sui vulcani del Nuovo Mondo, incominciando da quelli delle sue contrade australi.

Il Chili conta gran numero di vulcani attivi, ma sono quasi sconosciuti; ecco i più noti:

Il vulcano di *Votusco*, che è un gran cono a pan di zucchero, alquanto laterale alla giogaia primaria: e vomita tanta copia di ceneri e di vapori, che in un cerchio di 5 leghe di raggio non può crescer fil d'erba sul suolo. . .

Ed il vulcano d'*Antuco*, il meglio studiato tra quelli del Chili, che elevasi nel mezzo di un immensissimo circo basaltico. — Il cono sorge molto in su nella regione delle nevi eterne, ed è di accesso estremamente difficile. Ha in cima un gran cratere tutto tappezzato di fiori di zolfo, e dalle sue numerose aperture esalano gassi acidi e soffocanti; da altri spechi prima escono vapori neri ugualmente soffocanti, quindi, dopo alcuni momenti di riposo, slanciansi con terribili sibili vapori bianchi, che gettano a grandi distanze ed altezze la sabbia, le pietre e spesso grossissimi sassi staccati dall'interno del monte: questi vapori bianchi presto si dissipano, ma i neri elevansi a prodigiosa altezza, e non di rado sono così copiosi e gravi che

avvolgono nelle tenebre tutta la testa del monte. Non mai la lava ha traboccato da quel cratere, ma spesso ha rotto i fianchi del vulcano e di lì si è precipitata nel fondo delle valli: la piena ch'ella formò nella grande eruzione del 1828 fu sì immensa, che il suo splendore scorgeasi di notte a 40 leghe di lontananza.

Indipendentemente da questi vulcani, il de Buch ne cita ancora 22, nella stessa catena, o in alcuni rami laterali di essa: ma probabilmente il numero è ancora più considerevole, e sarebbe tanto più interessante avere dati positivi su questi vulcani in quanto che sembra abbiano una marcata influenza sui paurosissimi terremoti ai quali questa contrada è soggetta. Tutto il tratto sprovvisto di bocche vulcaniche è precisamente il più esposto a queste scosse violenti, e in nessun luogo elle sono più terribili quanto sulla falda occidentale della catena delle montagne del Chili, mentre riescono appena sensibili sul declive orientale delle montagne medesime inverso l'interno.

La serie vulcanica *Boliviana*, è composta di assai monti ignivomi, de' quali i noti sono 9 o 10, tutti situati sulla parte occidentale della corona che circonda il gran rilevato delle Ande.

Il *vulcano d'Alacama*, primo della catena di Bolivia, è appena conosciuto.

Il *Sehama* o *vulcano di Gualatieri*, è una piramide imponente, a cima tronca e fumante, che sorge molto indentro nella regione delle nevi perpetue.

Il *vulcano di Chungara*, è composto di due cime; ma una sola di esse, la tronca, è provvista di cratere: l'altra, conosciuta sotto il nome di *Parinacota*, non è che una immensa cupola di trachite senza cratere.

Il *Chipicana* ha il cratere sul fianco orientale, a poca distanza del quale trovasi una solfatara d'onde scorre un ruscello di acqua acidissima.

Il *Viejo*, è anch'esso provvisto d'immenso cratere.

Il *vulcano d'Omato*, ebbe, nel 1667, una violenta eruzione.

Il cono altissimo d'*Arequipa*, è il più perfetto ed il più pittoresco vulcano della catena delle Ande: il suo cratere, che è di meravigliosa ampiezza ma poco profondo, apresi a scilocco; escono costantemente da'suoi specchi sbuffi di vapori e di ceneri, ma dopo l'arrivo

degli Spagnuoli in America non ha mai vomitato lave; le tracce delle eruzioni di queste materie non sono che alle falde del monte.— Questo è forse il più alto vulcano del globo.

Il *vulcano d'Uvinas*, distante poche miglia a scilocco del precedente, è di lui assai meno elevato: l'ultima sua eruzione successe nel secolo XVI, ed in essa vomitò tanta quantità di ceneri da seppellirne quasi totalmente la città d'Arequipa, e produrre gli effetti più disastrosi nelle circonvicine contrade. . .

I famosi vulcani dell'Equador, intorno al rilevato di Quito, sono noti per le numerose osservazioni dell'Humboldt, del Bonpland, e del Boussingault, sapientissimi e perspicaci naturalisti.

» È molto probabile, dice l'Humboldt, che la maggior parte dell'alta contrada di Quito, insieme colle montagne vicine, non costituisca che una immensa cupola vulcanica, estesa da borea ad austro sur uno spazio di più di 600 miglia quadrate: il *Cotopaxi*, il *Tunguragua*, l'*Antisana*, il *Pichincha*, s'eleverebbono sopra a questa immensa volta, e non sarebbero che le diverse sommità d'una medesima montagna. Infatti, le materie infiammate escono or dall'uno or dall'altro di questi vulcani; ed allorquando l'ostruzione d'un cratere ci fa pensare che il vulcano è spento, accade sovente che l'azione del fuoco, esercitandosi con non minore intensità nell'interno, manifestisi nelle sue vicinanze, al di sotto di Quito ed anche al di sotto dei vulcani *Imbaburù* e *Pichincha* . . .

Del rimanente, i vulcani di Quito sono numerosi, e presentano per la maggior parte forme colossali. N'indico i principali:

Il *Sangay*, è fuori della catena orientale, a piè del declive: nientedimeno ha più di 16 mila piedi d'altezza. — Nisuno n'ha visitata la cima, ma fuma costantemente, e nel 1742 uscirono dal suo cratere fiamme, che giunser tant'alto da superar l'altezza delle montagne della catena principale.

Il *Tunguragua*, è alto 15,411 piedi: sono due secoli che non ha fatte grandi eruzioni.

Il *Carguairazo*, è alto quasi quanto il monte Rosa; nulladimeno e'pare un monte di mediocre elevazione, attesa la vicinanza dell'enorme cupola trachitica del *Chimborazo*, che pare non mai essere stato un vulcano attivo: e forse il *Carguairazo* stesso non era che una cupola simile al precedente, quando, nella notte del 19 giugno 1698,

scoppiò. Torrenti d'acqua ed eiezioni fangose uscirono allora dai fianchi mezzi aperti della montagna, e insterilirono le circonvicine campagne. Questa orribile catastrofe fu accompagnata da un terremoto spaventosissimo. — Ora, la cima di questa montagna non presenta che coni ronghiosi e guglie spezzate o che minacciano rovina.

Fra i vulcani delle Ande, il più elevato che abbia di recente avuta una eruzione è il *Cotopaxi*. La sua altezza sorpassa di 800 metri quella che avrebbe il Vesuvio se fosse posto sulla sommità del picco di Teneriffa! — Odiernamente, il *Cotopaxi* è il più formidabile dei vulcani dell'Equador; le sue esplosioni sono frequenti e devastatrici; e considerando le masse di scorie e le rocce in pochi lustri eruttate, di cui le valli circonvicine sono ingombre sur un'estensione di varie leghe quadrate, apparisce chiaro che dalla riunione loro formerebbesi una montagna colossale. — Nel 1738, le fiamme del *Cotopaxi* s'elevarono 900 metri oltre l'orlo del cratere. Nel 1774, il suo interno muggito fu inteso a una distanza di 700 miglia. Addì 4 aprile 1768, la quantità di cenere vomitata dalla bocca del *Cotopaxi* fu così grande, che nelle vicine contrade per un giorno intero parve spento il sole!

L'esplosione che accadde nel mese di gennaio 1803, fu preceduta dallo strano fenomeno dello struggersi subitaneo delle nevi che cuoprivano la montagna. Da più di venti anni nè fumo, nè alcun vapore visibile era uscito dal cratere: ebbene, in una sola notte il fuoco sotterraneo divenne sì attivo, che il sole levandosi illuminò le sassose pareti del monte, lucide e nere come sono le scorie vetrificate! — e fin da Guayaquil, distante 150 miglia dall'orlo del cratere, udironsi notte e giorno i tremendi muggiti del vulcano, che pareano ripetute scariche di una batteria di mille cannoni sparata lontano e profondamente.

Il *Sinchulagu*, sorge poche miglia a borea del precedente. — La sua eruzione del 1760 bastò per caratterizzarlo vulcano attivo. È alto quasi quanto il Monte Bianco.

Il *Guacamayo*, sta alle falde della giogaia dalla parte orientale, presso alle sorgenti del Rio Napo.

L'*Antisana*, nella catena orientale, supera in altezza qualunque più eminente cima delle Alpi: è il solo, tra i vulcani di Quito, presso la sommità del quale il celebre Humboldt abbia trovato qualche cosa

di somigliante ad una corrente di lava; sui fianchi di tutti gli altri non rinvenne che pure scorie identiche colla pomice. — Non conoscesi eruzione dell'Antisana posteriore a quella del 1590.

Il *Ricu-Pichincha* è uno dei maggiori vulcani della terra: il suo cratere, scavato in una trachite di colore cupissimo, fu paragonato dal la Condamine al caos dei poeti: quell'immenso circo era allora ripieno di neve; ma l'Humboldt trovollo incaudescente: — » Il cratere del vulcano, e'dice, ha circa una lega di circonferenza; gli orli, in alto coperti di neve, sono dirupinati; l'interno è cupissimo: affacciandomi all'immenso abisso, distinsi la cima di alcune montagne che vi sono poste; la loro sommità sembrarmi due o trecento tese sotto a'miei piedi; giudicate dunque dove debba trovarsi la loro base! Non è dubbio che il fondo del cratere non stia a livello della città di Quito. » — L'ultima eruzione di questo vulcano avvenne recentemente, nel 1831.

L'*Imbaburù* sorge quasi precisamente sotto l'equatore, sul fianco occidentale della vallata, a poca distanza dalla città d'Ibarra.

Il *Chiles*, è situato sur una giogaia eternamente coperta di neve, a ponente di Tulcan.

Il *Cumbal*, s'innalza a borea del precedente, a cui è attaccato: presenta diversi crateri alla sua sommità e anche più in basso, donde esce di continuo gran quantità di vapori e di fumo.—Pare che non abbia mai violentemente eruttato.

Più lontano a borea, sorge l'*Azufral*, sempre nella stessa catena. — Il dosso di questa montagna è dentellato, e il fianco abbassasi dolcemente ad austro e si perde nel piano. La sommità contiene diversi crateri fumanti, ma però il fumo non scorgesi dalla falda. Uno di questi crateri presenta una palade sulfurea bollente; enorme copia di zolfo, ora in masse ora a filoni, è sparsa fra il trachite in tutti i sensi.

Il *Sotora*, sorge a scilocco di Popayan. È un cono tronco che, pel suo colore nero e la sua strana fisionomia, presenta un aspetto formidabile. Da 50 in 60 anni la sua cima ha totalmente cambiato di forma; prima era appuntata, ora è larga, e si osserva il suo avvallamento sotto la neve.

Il *Parace* o *Parace*, trovasi a levante di Popayan. — È una piramide quadrangolare tronca, alta dalla valle 8000 piedi e

43 mila piedi sul livello del mare. La sua ultima eruzione, preceduta da un violento terremoto, che distrusse la città di Popayan, successe addì 18 novembre 1827.

Il vulcano di *Pasto* sta a borea della città dello stesso nome, ed è totalmente separato dalle Cordilliere. Vestesi spesso di neve, poichè è molto più alto dell'Etna.—Il suo cratere è posto dall'altra parte di *Pasto*, di guisa che non può scorgersi dalla città: nell'interno di esso, alla sommità di un rilevato, sono due aperture d'onde escon sempre o fumo o fiamme; sul finire dell'autunno del 1796 n'uscì una colonna di fumo così alta, che scorgevasi da *Pasto*, fenomeno cui quegli abitanti non erano usi; la qual colonna scomparve nel febbraio 1797, dopo di che la provincia di Quito fu devastata dai terremoti.—Un altro vulcano sorge non lunge dal Rio *Fragua*, a levante delle fonti della *Maddalena*, a maestrale della missione di *Santa Rosa*, ed a ponente del *Puerto del Pescador*: e' fuma continuamente.

Il *Pico di Tolima*, è diventato un vulcano attivo; frequentemente n'esce il fumo in colonna verticale: ma non era stato osservato, a memoria di uomini, nulla di simile, avanti il terremoto del 1826. Il *Roulin* ha però trovato in una storia inedita della conquista degli Spagnuoli scritta nel 1623, il ragguaglio circostanziato di un'eruzione di questo vulcano successa addì 12 marzo 1595: dopo tre violente detonazioni, tutto ad un tratto fu veduto struggersi la neve sul dosso del monte; due riviere che sorgono da quegli alti siti cagionarono un'inondazione grandissima, rotolando colla loro piena pietre pomici ed enormi rupi: le acque di que' fiumi rimasero infettate, e per qualche tempo non alimentarono pesci. Questo vulcano, poco conosciuto dai viaggiatori che hanno fino ad ora visitato questa parte d'America, è distante almeno 40 leghe dal mare.

Tali sono i particolari caratteri e gl'individuali fenomeni dei vulcani della penisola meridionale del Nuovo Mondo. . .

Qualunque mappa del *Mar di Colombo*, ti pingerà all'occhio al primo sguardo, che le *Antille* formano una catena d'isole distesa in semicerchio, onde l'estremità meridionale riattaccasi al capo di *Paria*, nell'America, mentre l'estremità settentrionale si lega alla *Florida* per le isole di *Bahama* nella *Colombia*: oltre di che ti dimostrerà come questa linea semicircolare sia in comunicazione colla

catena delle montagne primitive di Caracas, per l'intermedio delle isole Tartuca e Margarita. — Ora sappi, o lettore, che esistono vulcani in gran numero nella catena delle Antille; ma tutti sono poco elevati, poichè aggiungono appena a 6 mila piedi sul livello del mare: e' sono però veri vulcani, e non semplici *solfatare* come alcuni autori hanno preteso.

Le isole vulcaniche delle Antille seguonsi tutte immediatamente, senza alcun intermezzo d'isola d'altra natura; e l'esperienza ha dimostrato, che l'azione del fuoco centrale manifestasi indifferentemente, lunghezza questa catena, o per la Guadalupe, per San Cristoforo, la Martinica, San Vincenzo, ec. ec. Ma a levante della catena vulcanica prolungasi un'altra fila d'isole molto meno estesa, la quale, fino ad oggi, non ha offerto che poche tracce dell'azione del fuoco, e non contiene neppure un solo vulcano.

Ecco quali sono le isole della gran catena Antillana che contengono i vulcani odiernamente attivi:

1. La Granada, che verosimilmente è un cono d'eruzione: file di colonne di basalte, chiamate *organi*, mostransi su due punti della costa, ed ovunque altrove gemono fonti d'acqua bollente. Nel *Monte Rosso* miransi tre cono alti 5 o 6 cento piedi, tutti costituiti di scorie e di sostanze vetrificate.

2. San Vincenzo, ov'è il *Monte Garù*, vulcano dell'isola, e conseguentemente la montagna più elevata di essa (4740 piedi). Eruttò lave nel 1718 e nel 1812. Il 27 aprile di questo ultimo anno uscirono ceneri infuocate dal cratere; vomitò fiamme nella notte del 29 formando una piramide elevata; ed il 30 alle sette di mattina, la lava s'aprì il varco attraverso il fianco della montagna dalla parte di maestrale, e colò con tale rapidità, che in quattro ore aggiunse alla riva del mare: alle tre pomeridiane avvenne una terribile eruzione di pietre e di ceneri, proveniente dal gran cratere, che distrusse tutte le culture dell'isola; le ceneri furono trasportate dalla contro-corrente superiore degli alisei infino all'isola Barbada, distante più trenta leghe a levante. Questa eruzione fu preceduta da più di dugento terremoti, che ripeteronsi anche in seguito per più di un anno.

3. Santa Lucia, ov'è il cratere chiamato *Ovalibu* sur un'alta catena dirupata e sterile, che traversa l'isola da greco a libeccio. L'orlo del detto cratere è eminente e ripido, specialmente dalla parte

di libeccio; i vapori escon da tutti i panti, perfino dai fianchi del monte. Il fondo del detto cratere è occupato da ventidue laghetti onde l'acqua continuo bolle; in alcuni di essi l'agitazione del fuoco è tanto violenta, che le onde sono lanciate a quattro o cinque piedi d'altezza. I fianchi del monte sono qua e là coperti di zolfo ed i ruscelli che sorgono dalle sue rupi contengono in copia acido carbonico. — Pretendesi che questo cratere vomitasse pietre e coneri nel 1766.

4. La Martinicca. La *Montagna Pelata*, a borea dell'isola, elevata appresso a poco quanto il Vesuvio, contiene un gran cratere ovvero una solfatara. Altri piccoli crateri esistenti sui fianchi del monte fino a 3000 piedi d'altezza, provano che furonvi eruzioni laterali. Il 22 gennaio 1762 la *Montagna Pelata* fece una piccola eruzione preceduta da un violento terremoto, e usciron vapori sulfurei ed acqua calda dal suo cratere e da certe fessure de' suoi fianchi. — Il *Pitone del Carbet*, nel mezzo dell'isola, presenta le falde tutte striate da lunghe correnti di lave, e ricinte al basso da siepi di colonne di basalte, specialmente nella valle che separa questo pico da quello di *Vaudlin*, il terzo dell'isola.

5. La Domenica non è che una massa confusa di montagne, onde le più elevate hanno 5700 piedi di altezza; contengono diverse solfatara non ancora esaurite, e che van soggette a frequenti eruzioni sulfuree.

6. La Guadalupa ha un vulcano nella solfatara situata in mezzo dell'isola; da quel cratere uscirono, addì 27 settembre 1797, con grande strepito sotterraneo ceneri e densi vapori sulfurei: dopo di che le Antille furono crollate dai terremoti per lo spazio di otto mesi.

7. Monserrato possiede tra le altre una solfatara lunga 400 piedi e la metà larga, sulle alture di Galloway, ond'esce infuocato vapore sulfureo: le acque che scorrendo nei fianchi del monte le passano dappresso, riscaldansi quasi fino al bollore, mentre quelle che passano più lunge rimangon fredde. Lo zolfo non esce sempre dalle medesime aperture, ma se ne formano giornalmente delle nuove mentre le antiche si chiudono; e ciò perchè tutta la massa delle rocce circostanti è piena di quella sostanza infiammabile.

8. Nevis possiede un cratere ragguardevole, che emana vapori sulfurei; per tutta l'isola sono sorgenti di acque calde.

9. San Cristoforo, è costituita di montagne sterili e dirupate: la più alta, il *Monte della Miseria* (3493 piedi sopra il mare) è formata di trachite, e la sua vetta contiene un cratere completissimo. Nei tempi passati fu quest'isola stranamente tormentata dai terremoti; ma dopo la grande eruzione del mese di giugno 1692, che durò alcune settimane, il suolo rimase tranquillo od è raramente agitato.

10. Finalmente Sant'Eustachio, formata di due montagne divise per una strettissima valle: la montagna orientale è più vasta, contiene un cratere che per altezza, circonferenza e regolarità supera tutti quei delle Antille: miransi intorno ad esso enormi ammassi di pomici pesanti e rocce plutoniche, ma poche lave. . .

Per terminare la sommaria descrizione dei vulcani del Nuovo Mondo, occorre ora ritornare sul Continente, e dall'istmo di Panama procedere nella Colombia.

Incontreremo primi sulla nostra strada i vulcani Guatimallesi, onde le eruzioni sono poco conosciute, ma che hanno eccitato in ogni tempo l'attenzione de' naviganti del Grande Oceano, a cagione delle loro enormi dimensioni, e soprattutto perchè sembrano sorgere dal fondo del mare ed agguignere ben oltre la regione delle nubi.

» La gran Cordilliera delle Ande, dice il de Buch, è talmente bassa verso l'istmo che unisce le due magne parti del Nuovo Continente, che la non par più una catena di montagne ma sibbene una giogaia di semplici colline: quivi ella non s' eleva, secondo il Lloyd, che 594 piedi nelle valli, e le maggiori vette non sorpassano 4000 piedi d'altezza. I vulcani che fin là miraronsi assisi sul dosso della Cordilliera, quivi discendono e seguono il piede di essa. Infatti, il giogo che nel Guatimalese puossi considerare siccome la continuazione della Cordilliera delle Ande, s'estende molto a levante della catena dei vulcani: questi non si allontanano quasi punto dalle coste del mare, e prolaugansi con molta regolarità nella direzione da scilocco a maestrale, che è pure quella in generale della costa; cosicchè apparisce evidente, che essi sormontano un'immensa sotterranea fessura, per la quale i fuochi interni del globo, attraverso quei cammini giganteschi, s'innalzano inverso l'atmosfera ».

Il de Buch dà alcuni ragguagli sui 28 vulcani di questa catena: ma siccome questi monti ignivomi non offrono alcun fenomeno che da noi non sia stato descritto, non ci tratterremo inutilmente sovr'essi, ma piuttosto passeremo a descrivere i vulcani del Messico.

Essi non sono sulla stessa direzione delle altre catene vulcaniche del Nuovo Continente, ma sibbene disposti sur una linea diretta da levante a ponente, che taglia obliquamente la regione Messicana confinata in angusto spazio dai due Oceani, come le mappe chiaramente dimostrano. Ad onta della apparente indipendenza di questa linea da qualunque visibil sistema vulcanico, il de Buch inclina a considerarla come un filone subordinato, come un ramo dei grandi filoni generali, che non si prolunga oltre la stretta regione del Messico. » Egli è, dice questo celebre geologo, una sorta di frattura trasversale, analoga a quella dei vulcani di Giava, che estendesi obliquamente attraverso alla detta isola senza proceder oltre. » . . .

I vulcani attivi sono nel Messico in numero di cinque:

Quello di *Ixtla*, a scilocco della Vera Croce. — La sua ultima eruzione, che avvenne nel 1793, fu considerevolissima. I venti ne trasportarono le ceneri fino a Perota, distante 57 leghe in linea retta.

Il vulcano d' *Orizaba*, o *Citlaltepelt*, come lo chiamano gli autoctoni Messicani, voce che nel loro idioma significa *Montagna Stellata*, a causa delle esalazioni luminose che vengono fuori dal suo cratere e vanno attorno alla sua vetta coperta di eterne nevi. Debboni i più belli studi di questo vulcano all' *Humboldt*: odiernamente e' riposa: le sue ultime violenti eruzioni succedettero dal 1545 fino al 1566.

Il vulcano della *Puebla*, o *Popocatepetl*, cioè *Montagna Fumante*, che in altezza supera di poco l' *Orizaba* sopraccennato. — Questa è la più alta montagna del Messico: la sua elevazione è maggiore di quella del Monte Bianco, l'alpe più eminente d'Europa. Il *Popocatepetl* fumava fino dall'epoca della conquista del Messico, ed è tuttora acceso, ma da tempo immemorabile non getta lava. Fece nel 1530 la più violenta eruzione, nota: nel 1804 vomitò enorme quantità di ceneri e fumo. — Il suo cratere, a quanto dicesi, ha mezza lega di circonferenza.

Il *Giorullo*, o *Xorullo*, è il più moderno dei vulcani Messicani, poichè, come il nostro Monte Nuovo, comparve la prima volta dalle viscere della terra nel 1759. Le sue eruzioni continuarono fino al febbraio 1760; ma ora è meno attivo. L' *Humboldt* ed il *Bonpland* discesero nel suo ardente cratere fino a 258 piedi di perpen-

dicolare profondità, saltando su crepacciature esalanti idrogeno-sulfureo infiammato; e dopo molti pericoli corsi a cagione della fragilità delle lave basaltiche e sienitiche, pervennero quasi fino nel fondo del cratere, ove l'aere è pregno d'acido carbonico.

Il vulcano di *Colima*, ch'è il più orientale di tutti. È poco più alto del Vesuvio. Il Dampier, che lo vide in eruzione, dice che ha due bocche crateriformi, le quali erano allora simultaneamente in attività:—odieruamente fuma soventi volte, ma non vomita che ceneri.

Finalmente, oltre questi vulcani attivi, il Messico ne possiede molti altri che sono al presente spenti, come, per esempio: il *Nauhcampapell*, o *Cofano di Perota*, a borea dell' *Orizaba*; l'*Istac-cihuatl*, vale a dire la *Donna Bianca* degl' Indigeni (*Sierra Nevada* degl' Spagnuoli), a settentrione e sulla stessa catena del vulcano della *Puebla*; ed il *Nevado di Toluca*, che per la prima volta ascese tra gli Europei naturalisti il Burkart (24 marzo 1826), il quale vide la sua vetta di trachite dirupata e cingente un cratere bagnato da due laghi, l'acqua dei quali non ha particolare sapore quantunque deponga dello zolfo sulle ripe dei medesimi: quel cratere ha un quarto di lega di diametro, e la sua profondità dall' orlo superiore fino al livello de' laghi, è di 1153 piedi. . .

Per terminare il nostro studio sui vulcani del Nuovo Mondo, ora, dal Messico, dovremmo procedere lunghezzo la maggior giogaia della Colombia inverso maestrale. Su questa via trascorreremmo lunghi tratti di paese senza traccie vulcaniche, ma non mancheremmo di trovare (a sinistra) ogni tanto qualche ignivoma montagna; scorgeremmo i vulcani di Alaska, che ci furono scorta per addurci a studiare gli altri del Nuovo Mondo; e procedendo più in su, vedremmo finalmente il gran *Monte di Sant'Elia*, nella Behringia, a maestrale. Ma siam troppo poveri di precise descrizioni di questi luoghi reconditi ed inospitali, per poter con frutto trattenerne i lettori nostri intorno ad essi. . .

Anche nell'Oceano Glaciale Artico crediamo esistano isole e monti e rupi ancor per fuoco vulcanico fumanti, in mezzo alle vestigie numerose della sua energica attività più antica.

Ma volendo utilmente trattenerci in qualche loco di queste zone tenebrose, per considerarvi le strane lotte del fuoco centrale coi geli

delle acque e dell'aere, noi nol potremmo che in Islanda, isola conosciuta da gran tempo, e per ogni aspetto dai moderni naturalisti studiata.

E prima di tutto vogliamo avvertire, che il sistema vulcanico d'Islanda dee classarsi tra i *centrali*, col Vesuvio, l'Etna, ec. ec., invece che tra i *lineari*, come sono tutti gli altri del Nuovo Mondo antecedentemente descritti, e quelli dell'Oceania Occidentale e Australe che tra breve descriveremo.

Le 29 bocche vulcaniche (più o meno attive) che l'Ebenezer Henderson, contò in Islanda, trovansi generalmente situate sur una larga area trachitica che traversa l'isola da libeccio a grecale, solcata in tutte le direzioni da immensi spacchi e coperta di masse di lava tanto estese in lunghezza e larghezza, che non miransene delle uguali in nessuna altra parte del mondo: nulladimeno è da notare, che ben poche delle dette 29 bocche vulcaniche sono in comunione permanente coll' interno profondo del globo; quelle da considerarsi veri vulcani riduconsi a 7, e sono: — il *Krabla*, il *Leirhnukur*, il *Trolladyugur*, a borea; — l'*Hekla*, l'*Eyafjall*, il *Röttigia*, ad austro; — e finalmente l'*Orofa-Loekul*, a levante.

Vogliamo farci giusta idea dell'aspetto che presenta questa immensa area trachitica? Immaginiamo ch'essa siasi elevata dalle viscere della terra, attraversando e rompendo basalti ed altre rocce elaborate precedentemente dal fuoco, e che formasse una gran volta: immaginiamo eziandio, che finito quello enorme rigonfiamento, per la sua troppa larghezza la volta ricadesse sopra se stessa, si rompesse e ruinasse, si abbassasse nel mezzo e vi formasse come una lunga valle fiancheggiata da due alti orli dirupati ed angolosi: ecco l'aspetto ed insiem l'origine dell'area ignea d'Islanda. In quella valle e non altrove sono le solfatare, le sorgenti acidule, le fonti d'acqua bollente, il celebre Geiser, e tutti gli altri fenomeni effetto di azioni vulcaniche continuate. I veri vulcani sopraccennati stanno tutti sull'orlo dell'avvallamento dal lato orientale; ma, come i vulcani delle Ande, niuno di essi ha mai eruttato lava dal proprio cratere, sibbene sempre da spacchi formatisi nella falda del monte.

L'eruzioni dei vulcani Islandesi interessano grandemente i geologi pella loro intensità, e pell' immenso volume di lava che alcuni hanno vomitato. Dai più antichi tempi che Islanda è nota all'Eu-

ropa (dal IX secolo) infino ai nostri giorni, non mai fu intervallo maggiore di 20 anni senza che succedesse un'eruzione straordinaria od un terremoto spaventevole : l'energia dell'azione vulcanica è tanto grande in quest'isola, che alcune eruzioni dell'Hekla han durato fino a 6 anni senza mai cessare. Spesso i terremoti hanno sovvertita tutta l'isola ad un tratto, mutandole perfino geografica e idrografica fisonomia ; nuove isole furono soventi volte prodotte lungnesso la costa ed altre sprofondarono negli abissi dell'Oceano.

Del resto, noi parlammo altrove a lungo di quest'isola orrendamente meravigliosa : e rimandiamo a quel punto dell'opera nostra i lettori studiosi . . .



L E Z I O N E L X V I I .

CARATTERI E FENOMENI PARTICOLARI DEI PRINCIPALI VULCANI DELL'OCEANIA

Un teatro vastissimo dell'azione vulcanica, nel quale ella mostrasi anche al presente molto intensa, è l'Oceania: non già che tutte le isole che compongono questa parte del mondo debbano la loro origine al fuoco, che anzi molte (come a suo luogo dicemmo) sono il prodotto delle acque o degli abitatori più tenui di esse; ma perchè nell'Oceania fumano numerosi ed ancora formidabilissimi vulcani, e perchè gran parte delle terre che la compongono probabilmente non sono che le membra sparse di un corpo disfatto, gli avanzi di un mondo intero anticamente subbissato. Su questo gran tema torneremo tra breve, e più di proposito ne parleremo.

Frattanto vogliamo avvertire, che quivi nell'Oceania i vulcani altri sono centrali ed altri disposti a catena, e che prima diciamo di quelli, poscia parleremo di questi.

Le prime isole oceaniche che incontransi navigando dall'America Equatoriale inverso l'Oceania, sono quelle dette di Gallapagos, le quali formano un gruppo di vulcani in attività ragguardevolissimo. L'isola più occidentale, quella di *Narborough* (non è la più grande dell'arcipelago), è probabilmente, secondo il de Buch, il vulcano principale. Ma non altro sappiamo su queste isole. . .

Meglio note sono quelle della Sandwichide, poste in pieno Oceano.

Nella più considerevole di esse, che è Hawaii, esiste un alto monte detto *Mina-Huararay* che pare esserne il vulcano centrale.

Partendo da questo punto, le altre isole della Sandwichide s'estendono sempre maggiormente nella direzione di maestrale e gradatamente si abbassano.

Un'altra montagna della stessa isola (la più eminente) è quella di *Muna Roa*, la quale pare non esser altro che una cupola trachitica, come il Chimborazo in America. La sua altezza è maggiore di quella del pico di Teneriffa; e chi pervenne fino alla sua sommità, trovò una cupola talmente estesa che dal mezzo non vedesi altro orizzonte che quello formato dalle falde di essa: sul fianco orientale si osserva un cratere considerevole, situato alquanto disotto al punto culminante della cupola; e indipendentemente da questo cratere, un'altro ne esiste alla base del monte, detto *Kirau Ea*, immensa solfatara di 15 o 16 miglia inglesi di giro. Distinguonsi in questo cratere diversi piani, onde i più inferiori sono in uno stato sorprendente d'attività; ivi numerosi e piccoli conii gettan perennemente vapori acquosi e sulfurei: soventi volte i piani superiori del cratere si spezzano, e vomitano correnti di lava che scorrono al basso riempiendo in parte i crateri inferiori. — Questo luogo notevolissimo è alto 3634 piedi sopra il mare, e la profondità del cratere è di 1300 piedi. Narra un naturalista, che una violenta eruzione di ceneri e vapori, successa per questo cratere nel 1787, produsse la morte di 5405 persone che s'erano ostinate a traversar la contrada dalla parte ove i venti alisei doveano necessariamente portar quelle materie!...

Navicando ad austro delle isole della Sandwichide, oltre l'equatore, fra le altre molte incontransi qua e là sparse quelle aggruppate della Società e del Mendana, le quali sono evidentemente vulcaniche: ma non abbiamo sufficienti ragguagli positivi sopra di esse per quivi potersi trattenere: solo sappiamo che quella di Tahiti ha un vulcano permanentemente attivo e di considerevole altezza, poichè oltrepassa quella dell'Etna nostro. . .

Siamo altrettanto poveri di notizie geologiche intorno alle isole di Tonga o degli Amici. Il vulcano isolato di Tofua, che pare innalzarsi 3 mila piedi, dicono sia in continua eruzione come lo Stromboli nostro. Null'altro sappiamo di certo. . .

Questi sono i vulcani centrali dell'Oceania fino ad oggi conosciuti.

Quanto alle catene vulcaniche di questa bella parte di mondo,

elle sono di ben altra importanza. La Tasmania (Nuova Zelanda), la Nuova Caledonia, la Quirosia, la Laperousiade, la Salomonide, la Nuova Bretagna e la Luigiade, infino alla Papuasìa, e questa grande isola eziandio fino alle Molucche, appartengono alla stessa catena vulcanica; e tali relazioni di tutte queste isole divengono soprattutto notevoli, quando si considera che la curva formata da questa catena riproduce quasi esattamente, sur un lunghissimo spazio, la configurazione della costa della Australia Boreale-Orientale. Il de Buch descrive i principali vulcani di questa catena, che ricongiungesi a ponente della Papuasìa (Nuova Guinea) con due altre catene ragguardevolissime, formando nel luogo di ricongiunzione una specie di nodo. Son queste la catena dei vulcani delle isole della Sonda a ponente, e quella dei vulcani delle isole Molucche e Filippine a borea: le quali due serie di vulcani, orlano, coronano a certa distanza dal lito il continente dell'Asia, con maggiore esattezza di inflessioni di quello che la catena precedente non faccia relativamente alle coste dell'Australia.

Poco o nulla sappiamo di certo e preciso sui vulcani della catena che ricigne a levante l'Australia, che meriti di essere qui riferito; il perchè di quelli taceremo: piuttosto diremo qualche cosa di quelli più noti della catena delle isole della Sonda, e della catena delle Molucche e delle Filippine.

Gl'innamerevoli vulcani delle isole della Sonda estendonsi fino alle più lontane isole di Giava e di Sumatra, e perdonsi nel mare del Bengala, intorno al quale il continente Asiatico diviene più considerevole e meno distagliato dall'Oceano. Nella stessa guisa la catena delle Molucche e delle Filippine prolungasi fin oltre il Giappone, e circonda il continente dell'Asia dal lato di levante. Al contrario, tra le isole numerose che popolano il Mar della Cina, non trovansi che rare tracce di fenomeni vulcanici, e gli stessi vulcani sono ivi quasi totalmente inconnosciuti.

L'immensa massa ossidata che forma il continente dell'Asia, impedisce qualunque comunicazione dell'interno della terra coll'atmosfera; ma le forze centrali han potuto aprirsi questa comunicazione presso le rive del continente, producendovi un cretto considerevole che lo attornia, e sul quale ardono i vulcani, che sono i grandi tubi, i cammini pei quali ella continua ad esistere.

Gran numero di punti attivi si osservano sulla catena vulcanica delle Molucche: uno dei più notevoli è il *Wawani*, nell'isola d'Amboina, onde il cratere da gran tempo conteneva materie che bollivano come in un'immensa caldaia, quando nel 1674 un terremoto crollò il cono del vulcano, e la lava traboccando da due parti corse quasi fino nel mare, cuoprendo grande estensione di paese. Dopo quel tempo, il *Wawani* ha frequentemente eruttato.

Il vulcano di *Gonung Api* nell'isola di Banda, non riposa quasi mai. Nel 1615 fece una eruzione tanto violenta, che i bastimenti della flotta del governatore d'Amboina duraron gran fatica a rifuggire in Neira attraverso la pioggia di pietre e di pomice ch'ei lanciava. Cessata quella eruzione l'isola fu frequentemente scossa da terremoti violentissimi, che mutavano aspetto ad alcune parti della sua superficie: nel 1820, una gran baia della costa occidentale di Banda venne subitamente trasformata, ad onta della sua profondità di 60 braccia, in un terreno sollevato e coperto di colline.

Le isole situate tra Banda e Giava contengono anch'esse gran numero di vulcani attivi, ma quest'ultima è ragguardevolissima per l'intensità dei fenomeni vulcanici che vi si manifestano. Le bocche vulcaniche sono tutte situate sur uno spacco isolato e alquanto obliquo alla direzione stessa dell'isola, il quale non continua sotto le acque; e l'azione vulcanica pare esercitarsi talmente vicino alla superficie della terra, che spesso succede, che le materie, per spandersi al di fuori, non seguano la loro solita strada ma apransi il passo per nuove bocche; il perchè è molto difficile, senza la più scrupolosa attenzione, riconoscere e distinguer qui i semplici orifici d'eruzione dai canali permanenti che stabiliscono la comunicazione dell'interno del globo coll'atmosfera.

L'isola di Giava non offre che calcarei e basalti; il trachite vi è rarissimo. Il Reinwardts, che ha studiato accuratamente quest'isola, dice in propri termini, che non mai fuvvi esempio, che le eruzioni anche più violente e devastatrici sieno state accompagnate dalla lava; la qual cosa, non puossi attribuire, come nelle Ande, all'altezza dei con vulcanici, poichè quivi non oltrepassano i 6 mila piedi.—Il vulcano più orientale dell'isola Giava chiamasi *Tassem*. Il suo cratere, ricinto da tre parti per alti dirupamenti composti di sassi bianchissimi, è più largo in fondo che alla bocca. In fondo è un lago

d'acido solforico lungo circa mille dugento piedi : il liquido di questo lago cola fuori del cratere per un rivolo che chiamano il fiume Acido, il quale sbocca in una più grossa riviera, detta fiume Bianco, che si rende al mare: è inutile dire che quell'acido solforico opponesi allo sviluppo della vita animale dovunque passa. Questo cratere erutta alcuna volta copia prodigiosa di quel licore micidiale: l'eruzione del 1817 inondò di acque acide la contrada vicina, per cui perirono tutti i vegetabili che vi crescevano. Dopo quel fenomeno il cratere del vulcano cambiò di aspetto; ed ora vedonsi le sue acque stranamente agitate per lo sviluppo copioso dei gassi sulfurei, e gli spaccchi degli orli del cratere lasciano trasparirvi delle fiamme rossastre, le quali da qualche luogo anche guizzano.

Un'altro cratere degno di molta attenzione nella stessa isola di Giava è quello che trovasi presso il monte Sindoro: ei non è che una solfatara estinta chiamata dai paesani *Guevo Upas*, vale a dire la Valle del Pesce. Qualunque essere vivente che penetri in questa valle, è colpito d'asfissia e muore all'istante: il perchè mirasi il suolo ingombro di scheletri di tigri, di caprioli, di cervi, di uccelli, ed eziandio di corpi umani, dalla morte sorpresi in questo triste e terribile luogo.

Il de Buch cita come uno dei punti più notevoli di Giava il vulcano *Talaga Bodas*, il cui cratere è occupato da un lago di 2000 piedi di diametro. Un misto di vapore, di acqua e di zolfo, che continuamente emana dai dintorni di questo sito, discioglie una parte della roccia basaltica e la cambia in argilla bianca e fragilissima. A maestrale della stessa montagna succedono simili emanazioni da una solfatara onde le vicinanze sono anche qui ingombre di carcami di erbivori e di tigri, e di scheletri di uccelli; oltre di che miranvisi le spoglie di un'immensa quantità d'insetti; la cosa singolare però si è, che i muscoli, i peli, la pelle, tutte le parti molli insomma di questi animali, rimangono perfettamente conservate, mentre le ossa degli uccelli e dei quadrupedi sono interamente disciolte e spariscono.

Il *Galung Gang* è pure una bocca d'eruzione molto istruttiva, perchè lo studio può ricongiungersi a quello della teoria generale dei vulcani. — » Già nel giugno del 1822 (sono parole del de Buch), le acque della riviera *Scikunir*, che discende da una montagna allora

coltivatissima e popolata, s'erano intorbate; depositavano una melma bianca, esalavano forte odore sulfureo, divenivano acide e cominciavano a riscaldarsi considerevolmente, dimostrando così il gran movimento di dissoluzione che sviluppavasi nelle viscere della terra: quando addì 8 ottobre, verso un'ora pomeridiana, orribili muggiti si fecero intendere; la montagna si coprse immediatamente di un denso fumo, ed acque calde, sulfuree e limacciose, precipitaronsi da tutte le parti giù per i suoi fianchi, devastando e portando via quanto incontrarono, perfino delle case intiere, e fu vista con stupore, a Badang, la riviera di Sciwlan deporre verso il mare gran numero di cadaveri d'uomini, di armenti, di rinoceronti, di tigri, di cervi e d'altre belve. Questa eruzione d'acqua calda e limacciosa continuò per due ore, tempo bastante a compiere la rovina ed il devastamento di un'intera provincia: appena cessata, cadde una densa pioggia di ceneri e di lapilli, che finì di bruciare i campi e gli alberi ch'erano stati risparmiati; ed alle cinque la tranquillità era perfettamente ristabilita, e la montagna si discoperse: ma questo tempo sì breve era però bastato al vulcano per vomitare tanta materia da coprirne di melma tutti i villaggi, tutte le abitazioni a molte leghe di distanza. Il 12 ottobre alle sette della sera questi terribili fenomeni si rinnovarono: un gran terremoto aprì la eruzione; nuovi torrenti di acqua fangosa e pregna di zolfo rovinando verso il basso seco loro trasportarono enormi rocce ed intiere foreste, di guisa che in brevi istanti vennero colmate le valli, ed i piani convertiti in colline. Tutti gli abitanti dei luoghi propinqui, a borea della terribil montagna, forse in numero di più di due mila, rimaser sepolti sotto quelle melme. Il vulcano cambiò considerevolmente di forma in questa eruzione: diminuì di altezza e rimase troncato in cima; ma dopo continuò a fumare per gran tempo. Il botanico Blume, ha esaminato sui luoghi quella melma devastatrice: ell'è di color bruno giallastro, terrosa, e fragile; esala odore sulfureo ed arde facilmente per essere in gran parte composta di zolfo. I Malesi chiamano questa melma *buah*, vale a dire pasta, ed è evidente la sua analogia di natura colla *moja* di Quito, che nel 1698 coprì la infelice città di Rio Bamba.

» Pare adunque, continua il de Buch, che l'effetto dell'azione vulcanica nell'isola di Giava sia di sviluppare ad un tempo immensa quantità di vapori sulfurei ed acquosi, i quali attaccano le roccie

onde l'interno delle montagne è formato, le decompongono fino a farne una pasta, un *buah*; ed infine, quando la massa solida della crosta è distrutta in modo da non poter più opporre bastante resistenza, i vapori si aprono la via verso il di fuori, e la materia liquida trabocca per le crepacciature, non come un fiume di lava viscosa, ma simile a torrenti di acqua compressa che zampilli da ogni piccola apertura a cui possa arrivare.

» Non possonsi dunque riguardare tutte queste acque che come acque distillate; e bisogna credere che avvenga lo stesso di quelle due riviere che escono dal cratere del vulcano di Tascem di sopra descritto, poichè questo cratere si trova quasi in cima di una montagna isolata alta 6 mila piedi, la quale non è dominata da nessuna altura vicina ».— D'altronde, questi strani fenomeni non sono rari nell' isola di Giava, e vi si riproducono in molti altri luoghi. . .

La catena vulcanica della Sonda prolungasi ancora e procede innanzi da Giava a *Barren Island*, ultimo di questa lunga serie attraverso a Sumatra e ad una parte del mare di Bengala. Il vulcano di Barren, una delle isole del gruppo di Andaman, presenta un circo de' più regolari, aperto da un lato per dove il mare trova libero l'accesso per penetrarvi. Nel mezzo di questo circo, esiste il cono vulcanico, che sorge quanto gli orli del suo ricinto.—Fu scoperto nel 1792: era allora in piena eruzione, e vomitava immense nubi di fumo e di pietre infuocate. . .

In quanto ai vulcani della catena delle isole Filippine, diremo, che la serie di essi occupa, come a Giava, le isole in tutta la loro lunghezza. La parte orientale di Mindanao, e tutta l'isola di Gilolo, sembra sieno in ogni lor parte vulcaniche. L' isola di Celebes è vulcanica a grecale, e colà contiene il *Kemas*, che si sollevò nel 1680 dopo un violento terremoto. . .

E qui termineremo questa rapida rivista dei vulcani odiernamente attivi.

È facile accorgersi che le principali sorgenti alle quali attignemmo questi ragguagli, sono le immortali opere del de Buch e dell' Humboldt; e qui ripetiamo esserci eziandio giovati spesso del lavoro eccellente del moderno geologo Lecoq.

Il gran numero d' esempi d'eruzioni vulcaniche per noi registrato in questa, come nelle precedenti Lezioni, crediamo darà piena

idea della potenza attuale del fuoco centrale o della energia delle intere forze del pianeta che abitiamo. Per ora riferimmo i fatti senza cercare dedurne teorie, perchè i fatti sono incontrastabili e formano la base su cui bisogna poggiare il piè, per quindi elevarsi all'altezza delle sublimi teorie della geologia. Questo assunto estremamente arduo incomincia per noi nelle Lezioni seguenti, consacrate ai sollevamenti della crosta del globo come quelli che hanno contribuito a dare alla superficie di esso il rilievo che oggi presenta. — In questa difficile impresa ne occorrerà sempre maggiormente tenere a scorta i lavori degli egregi che nominammo. . .



LEZIONE LXVIII.

DEI SOLLEVAMENTI IN GENERALE LORO CARATTERI E LORO ETÀ

Noi, adunque, vogliamo minutamente discorrere dei fenomeni del terremoto e dei vulcani, perchè ogni maggior difficoltà venisse remossa alla facile intelligenza di quanto ora dovremo dire intorno ai sollevamenti. Infatti, qual dubbio, dopo quello che dicemmo, potrebbe rimanere nel nostro spirito sulla intensità delle forze centrali del pianeta che abitiamo, e sulle diverse modificazioni che quelle forze, agendo verso l'esterno, fan subire nei movimenti della corteccia della terra?

Or, se colla immaginazione aumentiamo la energia di quelle forze vulcaniche e le conseguenze per noi narrate delle medesime, apparirà, non che verosimile, certo, che i monti e gli interi gioghi sono stati pella maggior parte formati in un modo istesso, cioè *sollevati* dall'interno all'esterno da forze che d'epoca in epoca manifestaronsi alla superficie del globo.

Se scorgiamo in alcun sito dei monti, che sono evidentemente gli avanzi di terreni consanti e dirupinati dalle acque correnti, è però da riflettere che le inuguaglianze del suolo di questa categoria sono brevi e poco estese, al confronto di quei grandi sistemi di monti che attraversano i continenti; e questa osservazione sempre maggiormente ne confermerà che in generale le montagne non sono che l'opera dei sollevamenti; tanto più, che anche le valli che sembrano

semplicemente l'effetto delle acque correnti, deono probabilmente l'origine all'azione del fuoco centrale, essendo presumibilissimo, che uno spacco prodotto da un dislocamento anteriore nella corteccia della terra abbia determinato il punto d'erosione, e fatta per così dire la via al corso dell'acqua.

Se fosse diversamente, noi non sapremmo come spiegare il fenomeno delle conchiglie marine che trovansi sepolte negli strati calcarei ad altezze uguali a quelle del Monte Rosa e del Monte Bianco! poichè come supporre che il mare abbia potuto aggiugnere a tanto prodigiosa elevazione? E d'altronde, come potremmo conciliare la creazione di que' depositi in un mare profondo colla inclinazione degli strati in che sono accomodati? Come renderemmo ragione della origine delle numerose dislocazioni del suolo, e dei monti posti in lunghe file o catene, nelle quali i caratteri della età e la direzione sembrano coincidere?

Per ispiegare e render compiuta ragione al nostro spirito di tutte queste apparenti anomalie, bisogna dunque considerare, come una verità dimostrata, che le montagne ebber per origine prima i grandi dislocamenti del suolo, prodotti dalla azione della parte infuocata del globo di sotto alla sua solida crosta, e dalla intensità di quelle forze interiori. . .

Del resto, l'idea di considerare le montagne come effetto di sollevamenti, non è nuova: fin da quando l'uomo tentò seriamente di indagare le cagioni dei grandi fenomeni della Natura, ella fu posta innanzi; ma i filosofi dell'antichità che professarono simile teoria, come quelli che asserirono il sole, i pianeti e le comete accomodati a sistema quale il Copernico, il Galileo, il Newton, il Laplace, molti secoli dopo hanno dimostrato essere, non poterono corroborarla di osservazioni positive, ond'è che rimase un puro presentimento. — Ma oggi i fatti convergono in gran numero a sostegno di questa idea: e i lavori specialmente di due grandi geologi, Buch e Beaumont, mostrando qual sia la strada da seguire in ricerche di questo genere, han dato per conseguenza un novello aspetto alla geologia. . .

Come i fenomeni vulcanici, che manifestansi alla superficie del globo o in modo centrale o in modo lineare, così è dei sollevamenti, che dettero alla terra il rilievo che ella offre al presente; i quali

vonno esser distinti in due grandi classi: quelli che si svilupparono da un centro, e quelli che si estesero lunghe una linea retta. Nulladimeno, queste due classi di sollevamenti ponno combinarsi, e molti centri seguire la medesima direzione e dipendere da una grande linea.

E qui crediamo opportuno notare, per utilità di chi volesse con maggior diffusione studiare un argomento, sul quale noi siam costretti a passar rapidi per non alterar troppo le proporzioni delle parti diverse di quest' opera, che i *sollevamenti centrali*, più noti sotto nome di *crateri di sollevamento*, furono a preferenza studiati dal de Buch; mentre gli altri, i *sollevamenti lunghe una linea*, furono argomento più frequente delle accurate indagini di Elia di Beaumont. . .

Come il fenomeno dei vulcani, così quello dei sollevamenti manifestasi ancora alla superficie del globo, quantunque in proporzioni infinitamente più piccole che nelle prime epoche della Natura. — Non bisogna però confondere i veri sollevamenti cogli accumulamenti della materia vulcanica: spiegamoci.

I vulcani che ancor fumano sulla terra, ci offrono quasi ogni giorno esempi di montagne elevantisi o che si abbassano; ma queste differenze non divergono veramente apprezzabili, che dopo lungo lasso di tempo, e d'altronde le elevazioni non sono che il prodotto delle materie vomitate dai crateri, e lentamente accumulate: insomma o' ci offrono delle eruzioni non dei sollevamenti. Nulladimeno vidersi, come dicemmo, le fornace vulcaniche prodarre ai nostri dì anche veri sollevamenti: uno dei più recenti è quello dell'isola Giulia, apparso, sono alcuni lustri, dirimpetto ai liti meridionali della Sicilia. Rombo interno e cupi muggiti udironsi dalla parte del mare, e subitamente il suolo fu fortemente scosso; la superficie delle acque sembrava bollire, le onde erano torbide e infotte di pesci morti. Le eruzioni propriamente dette manifestaronsi ben tardi: prima furono dei vapori sulfurci e leggieri, che appoco a poco, cresciuti in copia ed intensità pel miscuglio di ceneri e scorie, formarono una colonna larga cento piedi ed alta due mila, accompagnata da guizzi luminosi, e in tutte le direzioni solcata dai lampi. — In questa guisa, elevatasi prima la corteccia del globo per le forze interne, scoppì come farebbe una bolla di materia pastosa: nel primo periodo del feno-

meno dell'isola Giulia riconoscesi un vero sollevamento; nel secondo una eruzione: se la crosta della terra in quel punto avesse opposto maggior resistenza alle forze esplosive, la si sarebbe elevata come un cupola di sopra alla superficie del mare, formando un'isola; ma appena scoppiata cessò il sollevamento, e le materie incoerenti della eruzione vulcanica che successe, vomitate in copia bastante per superare il livello del mare, non ebbero però sufficiente consistenza per resistere all'impeto delle onde; cosicchè l'efimera isola dopo alcune tempeste crollò, e nel luogo ov'ella fu, oggi altro non rimane che una secca, sulla quale l'onda è tepida ancora.

Plinio il naturalista, dice: » Le isole famose di Delo e di Rodi, sono, a quello che narrasi, nate nelle onde; quindi se ne videro apparire delle più piccole come Anafea al di là di Melo; Nea tra Lemno e l'Ellesponto; Alone tra Lebedos e Theos; Thera e Therasia nel mezzo delle Cicladi, il IV anno della CXXXV olimpiade; Hiera o Automatea, situata tra le due precedenti ed emersa 130 anni dopo Therasia. Ai dì nostri, 110 anni dopo la formazione di Hiera, il giorno 8 innanzi gl'idi di luglio, apparve Thia (l'anno 19 dell'era volgare) ».

L'isola Thera, chiamata poi Santorino, è celebre anch'oggi pel gran numero d'eruzioni che si sono succedute intorno ad essa, e che l'hanno successivamente ingrandita. Ella, colle isolette che le fanno corteo, costituisce uno dei meglio determinati crateri di sollevamento che si conosca. Ma noi, nella particolar descrizione delle isole del mare Egeo (Vol. II di questa opera) parlammo bastante-mente di essa e dei suoi fenomeni.

Le Azore, scoperte nel secolo XV, sono tutte, come in più luoghi di questo Lezioni vedemmo, di natura vulcanica, ed hanno presentato a diverse epoche, i medesimi fenomeni di molte isole dell'Arcipelago Greco. Anche di queste isole parlammo altrove (loco citato). — Secondo una tradizione portoghese, però alquanto oscura, l'isola intera di Corvo sarebbe uscita dal mare per effetto di una eruzione vulcanica.

Il Ketzelm, nocchiero russo, narra partitamente la formazione quasi subitanea di un'isola delle Aleuzie nelle vicinanze di Umnak.

Sulla costa occidentale meridionale d'Islanda, a 10 leghe da Reikianess, delle fiamme uscirono per alcuni mesi dal mare verso

la fine dell'anno 1780, ed elevossi finalmente un'isola la quale gettò fuoco e pomici, e quindi sparve.

Il Kamtsiatka è stato più fiate testimone di simili fenomeni successi nelle vicinanze delle sue coste; l'ultimo avvenne addì 10 maggio 1814 in cui nacque un'isoletta che vomitò bitume per più spacchi.

Così è del Giappone. L'anno 764 dell'era volgare tre nuove isole emersero dal fondo del mare dirimpetto a una provincia detta Kagasima, ed ora sono abitate.—Ma il fenomeno più memorabile in quel paese, successe 285 anni avanti l'era nostra: un immenso avvallamento del suolo formò, in una sola notte, il gran lago detto Mitsunomi o Biranoomi, nella grande isola di Nifon; ma nel medesimo istante s'elevava dal seno della terra il Fusinoyama, ch'è il maggior monte del Giappone: — nell'anno 82 avanti l'era volgare surse in mezzo al suddetto lago la grande isola di Tsisikubosima, la quale esiste ancora.

E chi tra noi Italiani è che ignori il fatto della formazione del Monte Nuovo, che avvenne nel lago Lucrino (Campi Flegrei) infra Pozzuoli e Baia addì 28 e 29 settembre 1538, e oggi forma un monte alto 400 piedi e largo alla base 8 mila?

Ma un fenomeno molto più importante e più strano, fu l'apparizione del vulcano di Giorullo ed il sollevamento di tutto il terreno circconvicino. Nella notte del 28 al 29 settembre 1759, un terreno di tre o quattro miglia quadrate di superficie, posto in mezzo ad una pianura, tra il vulcano della Pœbla e quello di Colima (a 36 leghe dal mare e 42 da vulcano più prossimo), si sollevò in forma di vessica: nel mezzo di un migliaio di così infiammati, sei montagne di quattro o cinque cento metri d'altezza elevaronsi subitamente: e la principale, il vulcano di Giorullo, in un sol giorno innalzossi 1480 piedi (ora è alto circa 3700)!

Tra le Sporadi Elleniche, degli scogli di trachite si sono innalzati dal fondo del mare ed hanno formato delle isole, simili a quella, tra le Azore, che in tre secoli si è mostrata e nascosta alternativamente per intervalli di tempo quasi uguali. Tra Epidaurò e Trezene, vicino alla penisola di Methana nel Peloponneso, è una specie di Monte Nuovo, descritto da Strabone e riconosciuto dal Dodwell: egli è più elevato del Giorullo nel Messico. . .

Conosconsi anche molti sollevamenti totalmente indipendenti dalle azioni vulcaniche esteriori. Esempio grande e recentissimo è lo innalzamento della costa del Chili, manifestatosi addì 19 novembre 1822, e pel quale perì un numero tanto grande di conchiglie attaccate agli scogli emersi dalle profondità del mare, che ne rimase ammorbata l'aere.

Lunghi tratti delle coste della Scandinavia, innalzansi anch'essi gradatamente per effetto di una forza continuo agente, ma non istantanea come quella che in più tempi ha sollevate le coste del Chili: ma delle osservazioni recentissime pare provino, che le spiagge della Groenlandia si abbassano, poichè le capanne ivi costituite qualche tempo indietro a riva il mare, oggi vedonsi totalmente coperte dalle acque.

Non è certamente alcuno dei miei lettori, che omai ignori come il suolo italiano siasi elevato ed abbassato successivamente lunghe i littorali Napolitani; e come questo apparisca evidente dalle osservazioni precise e perspicaci per lungo tempo istituite dal cavaliere Antonio Niccolini nello interao del tempio famoso di Giove Serapide esistente a Pozzuoli: dopo la costruzione del tempio, il terreno s'abbassò al punto che le sue colonne portano fino all'altezza di 24 piedi i segni non equivoci del soggiorno dell'acqua marina; e senza che le colonne sieno state rovesciate, oggi elle sono ritornate appresso a poco nel loro antico livello, e lo impiantito del tempio è appena ricoperto d'acqua.

Il Murchison ha osservato sulle coste orientali ed occidentali dell'Inghilterra, dei depositi di sabbia e d'argilla contenenti gli avanzi di animali marini, le cui specie vivono ancora nel vicino Oceano; dal che e' pensa con ragione, che il suolo dell'Inghilterra, o almeno i suoi liti si sono elevati in epoca recente: e se, riflette il detto geologo, se mirasi tal fenomeno in quest'isola dove le forze sotterranee hanno pochissima azione, qual risultamento non deesi attendere dalle osservazioni dei luoghi ove i vulcani ed i terremoti sono frequenti e rovesciano da cima a fondo intere provincie? . . .

Il Boblaye ha visto nel Peloponneso quattro o cinque ordini ben distinti di rocce marine, onde i diversi livelli sono segnati sulle rupi calcaree dalle perforazioni litotomiche dovute all'azione del mare.

Il Vetch ha contate nell'isola Iura, una delle Ebridi, sei o sette terrazze o linee di antiche spiagge, che pare siensi successivamente inalzate sopra il livello attuale dell'Oceano. La più bassa è aggiunta appena dalle acque del flusso, e la più elevata è superiore circa 40 piedi alla prima.

Il sapiente nostro naturalista e storico Della Marmora, ha notato sulle coste della Sardegna delle terrazze littorali alte fino 50 metri sul Mediterraneo, che contengono avanzi di vasellame misti a gusci di conchiglie le specie delle quali vivono ancora nel mare propinquo.

In più siti dei liti di Francia, a Nizza, a Catania, e in Scozia sulle rive della Clyde, osservansi analoghi fenomeni secondo il Brongniart.

Ma di tutte queste osservazioni, le più curiose sono quelle recentemente fatte in Scandinavia dal Reilhau; il quale ha trovato, presso Hellestaen, luogo distante 8 leghe dal mare ed alto sul livello di esso circa 430 piedi, le vestigia incontrastabili di un antico lito: le specie delle nicchie, onde i gusci vi sono ancora in perfetto stato di conservazione, non lasciano dubbio sull'epoca contemporanea di quel sollevamento. Nell'istessa contrada, sulle rupi di Uddevalda, a 200 piedi d'altezza, trovansi in gran numero attaccati al sasso balani uguali in tutto a quelli che vivono nel mare vicino.

Nelle remote e desolate isole di Spitzberga, strati simili a quei che formansi sulle sue coste furon trovati all'altezza di più di 20 piedi sul presente livello del Mar Gelato. . .

Del resto noi potremmo allungar molto ancora la serie di queste citazioni, se i fatti di sopra riferiti non ne paresse bastassero ad istruire i lettori di questo *Corso*, sull'indole dei fenomeni che attualmente ne interessa studiare. — Dalle quali osservazioni apparisce evidente, che anche nell'epoca della Storia, e perfino nei tempi nostri, la corteccia della terra s'è in molti siti innalzata, e subì considerevoli movimenti. . .

Ma oltre delle antiche linee littorali e dei depositi marini, è da citarsi come una prova concludente della graduale elevazione del suolo, specialmente nella Europa Settentrionale, l'abbassamento successivo dei limiti della vegetazione sugli alti monti; poichè tra-

vansi le radici d' arbori grandi dove oggi crescono appena frutici od erbe.

Se dunque da quanto di sopra dicemmo è dimostrato, che anche nell'ultima epoca del mondo (l'epoca dell' uomo), dalla origine dei tempi storici perfino ai dì nostri, la terra, o istantaneamente o gradatamente quinci e quindi si solleva, ad onta della diminuita energia delle forze centrali; con molta maggior ragione dovremo ammettere, che simiglianti fenomeni succedessero nelle epoche più antiche, in cui l'azione centrale ebbe straordinaria potenza, fatto confermato da tutta la osservazione geologica. Ma prima d'indagare quali furono le principali epoche di queste grandi crisi geologiche, ne sia concesso discorrere i caratteri pe' quali può fissarsi la età dei sollevamenti.

Ne' primi tempi, la corteccia della terra dovette spesso crepolare e rompersi; frequenti comunicazioni ebbero a stabilirsi tra le viscere del globo e l'atmosfera; dal che risultarono due specie di fenomeni, che spesso confondonsi, quantunque uno sia la causa, e l'altro sia l'effetto: tali sono le *eruzioni* ed i *sollevamenti*.

Quando la materia pastosa, liquida o gassosa, dalle viscere della terra si è aperta il passo per traboccare al di fuori, come odieramente avviene delle lave e dei vapori vulcanici, questo fenomeno non è che una *eruzione*: — ma quando quelle materie, facendo sforzo per uscire non ponno aprirsi l'adito per comunicare coll'atmosfera, e solo obbligano la crosta sotto alla quale agiscono a rigonfiare o più o meno, quest'altro fenomeno, ben diverso dal primo, è un *sollevamento*. Digiustatechè, spesso, e forse sempre, un qualunque sollevamento, lineare o centrale, fu cagionato da una eruzione, che in certi casi può non esser giunta ad aprirsi il varco per traboccare sulla superficie del globo, attesa la troppa resistenza opposta dalla massa sollevata. — Se l'eruzione rompe la crosta della terra, il sollevamento necessariamente cessa o almeno diminuisce; altrimenti, la crosta del globo continuerà ad elevarsi, e potrà aggiugnere a considerevoli altezze.

Questa tensione dall'interno della terra verso l'esterno, s'è manifestata in tutte le epoche: la sua crosta è sprata, rotta, alzata sur un gran numero di siti, e da ciò furon prodotti dei sollevamenti, delle catene o dei gruppi di montagne, delle eruzioni, dei filoni,

delle correnti lapidee, e dei nodi e masse enormi di rocce cristallizzate, che sonosi iniettate nel mezzo dei terreni antecedentemente esistenti, o li hanno traversati per traboccare e spandersi alla loro superficie.

Il perchè, la età delle montagne sollevate non è facile a stabilirsi: è noto, che le rocce cristalline non sono coetanee ma più antiche le une delle altre; il granito s'è mostrato avanti del porfido, il porfido prima del basalte, il basalte avanti alle lave moderne, e via discorrendo: ma queste nozioni non le abbiamo acquistate che paragonando la posizione di queste rocce e tra loro e con i depositi delle acque; ed è precisamente pello studio relativo della stratificazione, che il celebre Elia di Beaumont giunse a poter fissare alcune delle grandi epoche geologiche.

I terreni stratificati o di sedimento servono di cronometro per tutte queste indagini, ed offrono per quest'uso tre caratteri, che isolati ponno raramente indurre in errore, ma riuniti equivalgono ad una dimostrazione rigorosa.

1.^o *I più antichi di que' terreni sono i più profondi; quelli che li ricuoprono sono sempre gradatamente più recenti.*

2.^o *La maggior parte di essi terreni contiene avanzi di corpi organati, l'epoca di esistenza dei quali è determinata dall'ordine di sovrapposimento degli strati.*

3.^o *Essendo stati questi terreni disciolti in origine e sospesi nell'acqua, dovettero deporsi in letti più o meno distinti e sensibilmente orizzontali.*

Lo studio profondo della stratificazione, può dunque condurre a fissare l'età di un giogo o di un gruppo di monti.

Quando noi vedremo gli strati di sedimento posare orizzontalmente in un bacino situato tra due catene di monti, dovremo necessariamente argomentare, che il sollevamento di quelle montagne successe prima della deposizione di quelli strati.

Se miransi gli strati addossati da una parte senza eserlo dall'altra, potremo supporre con ragione, ch'essi erano formati avanti che una delle due catene si sollevasse, ma che sono anteriori all'apparizione dell'altra.

E se infine troveransi strati di sedimento addossati in senso inverso da cadauna parte della montagna, o che involuppiata elevan-

dosì su i suoi fianchi fino a certa altezza, questo sarà segno certissimo, che il sollevamento fu posteriore al loro deposito; quella disposizione proverà, che dopo il deponimento delle rocce sedimentose in un vasto bacino, un sollevamento è succeduto nel mezzo, dislocando gli strati antecedentemente esistenti, e sollevandoli sotto un angolo o più o meno aperto: e potrà eziandio succedere, che il sollevamento, avendo sortito il suo intero effetto, sia quindi sopraggiunta una eruzione, e che le rocce cristalline sgorgando dalle viscere della terra, abbiano ricoperto una parte delle rocce sedimentose: — neladimeno nel maggior numero dei casi, le prime rinvengonsi sempre disotto a queste ultime, eccettuato nelle eruzioni vulcaniche che odiernamente succedono.

Oltre di che chiaramente concepiacesi, come il sollevamento, essendo stato emergico e limitato ad una stretta e lunga zona, e avendo operato inegualmente, come nel maggior numero dei casi succede, una parte degli strati avrà dovuto rimanere più drizzata dell'altra, ed aggiugnere eziandio alla posizione verticale. . .

Ma la geologia non limitasi a distinguere se tal sollevamento è successo avanti o dopo la deposizione dei terreni sedimentosi; ella vuol fissarne l'età ed il tempo impiegato, nel modo più rigoroso. Infatti è noto, per lunga serie d'osservazioni, pel minuto studio degli avanzi dei corpi organati e specialmente delle conchiglie, pell'esame delle rocce e dei minerali che elle contengono, per tutte queste cose dissi è noto, che i terreni di sedimento, anzichè esser stati depositi nel medesimo tempo, sonosi lentamente succeduti ad epoche diverse: (l'ordine di questa successione lo descrivemmo nella Lezione LX di questo Corso). Il perchè, se noi troviamo sollevate ed appoggiate sul fianco di una montagna tre specie di terreni sedimentosi, l'ultima delle quali, composta (per esempio) di ciottoli rotolati, sia modernissima, sapremo, che questa montagna è una apparenza nuova, poichè ha alterato surgendo dalla terra la posizione orizzontale degli strati che modernamente vi si deponavano. Ma se invece di trovare tutti gli strati dislocati ed appoggiati sulle rocce nuovamente uscite, vediamo, che una parte soltanto dei terreni sedimentosi (e saranno sempre i più bassi) è rilevata, mentre l'altra (che comporrassi sempre dei letti più alti) si estende orizzontalmente, comprenderemo senza difficoltà, che il sollevamento è successo

dopo la formazione del primo terreno ma avanti la deposizione del secondo.

Per queste osservazioni, la geologia conosce dunque approssimativamente l'epoca ed il tempo impiegato in ciascun sollevamento, ogni volta che la può sicuramente determinare se la stratificazione dei terreni dislocati concorda con quella degli strati che sono rimasti orizzontali: succede in questo caso come avverrebbe se si dicesse, che una persona che aspettiamo non è giunta a mezzogiorno ma che ella fu veduta nel luogo fissato a un'ora: il tempo preciso del suo arrivo non ci sarebbe indicato, ma la nostra incertezza starebbe tra limiti brevissimi. Dopo ciò è facile comprendere, che ogni qual volta osservisi nei terreni stratificati insensibile passaggio da un terreno verticale o inclinato a un altro terreno orizzontale, quando la natura della materia stratificata resti concordante è certo, che il sollevamento si è effettuato in modo da non cambiare punto le circostanze nelle quali il sedimento si operava. . .

A queste considerazioni generali sull'epoca e la durata dei sollevamenti, il Beaumont ne ha aggiunte altre dedotte dalla direzione o piuttosto dal parallelismo dei gioghi dei monti; i quali dati non possono applicarsi ai sollevamenti centrali, altro che nel caso che sieno essi stessi distribuiti in serie. Il prelodato Beaumont pensa, che tutte le catene dei monti sorte in una stessa epoca, sono parallele, o meglio sono dirette come i grandi cerchi tracciati sur una sfera e riuniti in due opposti punti. I Pirenei, i tronchi principali dell'Appennino, alcune catene della Provenza, i monti Dinari, Pindo, ec., stando in direzione parallela dimostrano che sursero nella medesima epoca: — le Alpi Occidentali, i monti di Linguadoca, di Catalogna, di Valenza e Murcia, la catena settentrionale dell'impero di Marocco, i gioghi Calabri, Siculi e Tunisini, rilevasi che sursero contemporaneamente perchè sono paralleli. — Nel medesimo caso sono comprese tutte le catene delle Alpi boreali fino in Austria, quelle del Balkan, parte di quelle dei Carpati, fors'anche l'Atlante in Africa, ed il Tauro in Asia.—La gran Catena del Nuovo Continente e quella indicata dai tronchi de' monti dell'Australia Orientale, delle Molucche, delle Filippine, del Giappone, sono pure per la stessa ragione contemporanee. Il Libano, i monti che costeggiano il Golfo Arabico, la catena Madagascarica, ed altre del-

l' Africa orientale, i monti Assiri ed i Gati nell' India dimostrano pel loro parallelismo la coetaneità della loro origine. — E lo stesso è del Caucaso, dell'Altaï e dell'Imalaja.

In somma, il Beaumont considera la terra siccome attraversata da molti ampi sistemi di grandi rughe, ognuno dei quali appartiene ad epoche diverse e distinte, come nel suo bellissimo saggio sui sollevamenti europei ha indicato, e che noi sommariamente nella seguente Lezione riferiremo. . .



LEZIONE LXIX.

DEI SOLLEVAMENTI IN PARTICOLARE, LORO EPOCHE E LORO ESTENSIONI.

SCHIZZO DI UNA STORIA DELLA CROSTA DEL GLOBO
DAL SUO PRIMO RAPPAGLIAMENTO FINO A' DÌ NOSTRI.

Sul globo, la forma di sollevamento centrale non è ancora frequentissima, perchè egli è ancor troppo giovane. Questo fenomeno non è proprio solamente del nostro pianeta, poichè la luna pare offra numero molto maggiore che la terra di circhi analoghi, i quali probabilmente si moltiplicheranno anche sul nostro pianeta nelle epoche geologiche future. Per produrre il fenomeno dei sollevamenti centrali la forza non può venire che da immensa profondità; allora solo ella può abbracciare tanto spazio della crosta terrestre da formare un gran cono e manifestarsi alla superficie circolarmente: al contrario, quando la forza è meno profonda, allora la sua azione diventa prima ellittica poi gradatamente lineare: ecco perchè il Nuovo Mondo, che ancor non ha crateri di sollevamento o vulcani centrali, supponesi diviso dall'oceano delle materie fuse per una crosta meno grossa di quello non sia il continente antico che già offre non rarissimo il fenomeno dei sollevamenti centrali, ed invecchiando, ognor più ne presenterà. . .

Veniamo al particolare. — I molti esempi nelle precedenti Lezioni citati rendono omai evidente, che la forza vulcanica, agendo di sotto alla crosta solida della terra, può fratturarla, ed è allora sol-

tanto che producesi un vero cratere di sollevamento, nel centro del quale può succedere l'ernzione, quantunque ciò non sia necessario per creare il cratere ma bensì per compierlo. Ammettiamo, che una cupola di trachite tenda ad elevarsi di sotto alla crosta terrestre, e che la forza sollevante sia più grande di quella di resistenza; succederà necessariamente la frattura, delle scosse di terremoto si faranno sentire, ed il terreno spezzato a stella sarà quindi sollevato in guisa, che il cono sollevante comparisca al di fuori dopo avere stellato il terreno ed innalzato sui suoi fianchi i frammenti che avrà separati: così resulterà una specie di cratere, onde il centro sarà occupato dal cono creatore e le pareti formeranno d'intorno a lui il giro di un circo a valli più o meno numerose, ma raggianti da un medesimo centro. Queste valli, larghe alla loro origine, restringeranno a misura che se ne allontanano, e diminuiranno eziandio di profondità: i terreni sollevati offriranno una inclinazione dolce al di fuori del circo, e dei dirupamenti al di dentro: ma l'azione delle acque sorgenti e piovane, corrodendo prontamente i terreni fratturati, ne rotondeggeranno gli angoli e degraderanno appoco a poco le vallate; cosicchè avremo finalmente un vero compiuto cratere di sollevamento, il quale non sarà l'effetto dell'accumulazione di deiezioni liquide come le lave, nè polverose come le ceneri e i lapilli, ma sarà stato formato di un sol getto, vale a dire senza discontinuità nel fenomeno, quantunque in uno spazio di tempo o più o meno lungo.

A rigore, le fratture di un tal cratere dovranno essere almeno tre, perchè non puossi ammettere stellamento che abbia meno di tre spacchi convergenti: ma siccome il sollevamento succede qualche volta lentamente, e non aggiugne che a breve altezza relativamente alla estensione del terreno sollevato, ed eziandio siccome le rocce vanno non di rado fornite di una certa tal quale elasticità, quindi spesso avviene, che le fratture sono poco sensibili, e rimpiazzate alcuna volta da una infinità di piccoli cretti formati in tutta la massa elevata, i quali permettono ad un tempo lo allargamento ed il dirizzamento di tutte le parti, come pure la iniezione della materia sollevante, la quale, perchè liquida, penetra in tutti quei cretti e tosto vi si consolida. Nulladimeno rimarrà sempre una grande frattura, verso la quale gli orli del circo si abbassano: dai punti più

compressi del medesimo, che sono alle due estremità dello spacco, esce l'acqua che scaturisce sulle inclinazioni interne; e se i centri del sollevamento sono di poco superiori al livello del mare, allora offrono una laguna nel mezzo del cratere, ma quando non aggiungono alla superficie dell'acqua, spesso nei mari intertropicali e specialmente nel Grande Oceano succede, che i coralli innalzano le loro lapidee opere prendendoli per base per punto di appoggio e conducendole a questo modo a fior d'acqua, ove formano immensi anelli di roccia corallina, rotti in un sol punto per dove l'onda del mare entra ed esce. . .

La roccia che nell'epoca presente sembra produrre i sollevamenti, è, in generale, trachitica: qualche volta però altre rocce vulcaniche ponno produrre i medesimi effetti; e perfino i gasi, cercando un passaggio verso l'atmosfera, bastano per la loro immensa elasticità a produrre istantaneamente dei sollevamenti più o meno estesi; che anzi molti antichi crateri di sollevamento denno probabilmente la origine alla tensione dei fluidi elastici, i quali, dopo essere stati fortemente compressi da strati solidi di una enorme grossezza, pervennero infine a dividerli ed alzarli, producendo l'effetto di una massa solida: l'acqua delle fonti e del cielo, corrodendo gli angoli delle rocce rotte e sollevate, ne porta i frantumi nel fondo e nelle fessure che tosto ricolmano, ed allora il circo offre l'aspetto di un vasto cratere privo di cono centrale.

L'Etna, e l'isola di Teneriffa (taceremo dei crateri minori d'Europa) presentano due dei più magnifici esempi di crateri di sollevamento in sulla terra: il pico di Teida occupa il centro dell'ultimo, e domina un'immensa caldaia onde i fianchi esterni sono ricinti di basalte. Lo studio di questo grande circo e delle altre isole Canarie, fatto sulle tracce di Leopoldo di Buch, è certamente uno di quelli che può dare al curioso le più giuste idee sul modo d'azione delle forze vulcaniche. Nel centro di Francia sono due grandi crateri di sollevamento, che offrono anch'essi caratteri molto decisi, la descrizione dei quali potrà vedersi nelle opere di Elia di Beaumont. . .

Ad un fenomeno che attiene in qualche guisa ai sollevamenti centrali dobbiamo alcune parole: dico di quei laghi di forma rotonda profondissimi e dirupinati, che occupano il fondo di vaste con-

che offrenti da ogni parte monumenti di azione vulcanica. La loro profondità è tale, che spesso fanno l'ufficio di pozzi artesiani, vale a dire che ricevono l'acqua dal basso in alto, dando origine non di rado a grosse riviere senza ch'essi ricevano il tributo in nessuna corrente. L'Italia, la Grecia (per tacere di altre contrade) ne offrono classici esempi. — Alcuni geologi hanno pensato, ch'essi sono l'effetto dello sprofondamento del suolo: ma è evidente che una tale origine è inconciliabile con la loro enorme profondità: più probabilmente essi devono la origine a istantanee esplosioni di materie gassose, che hanno fatto saltare in aria i frammenti del terreno sollevato.

Ciò dei sollevamenti locali o centrali.

Ma i grandi dislocamenti, e le fratture della crosta della terra, sono prodotti piuttosto su lunghe linee che su punti parziali, poichè le grandi montagne formano gioghi più spesso che gruppi: i sollevamenti lineari riscontransi adunque infinitamente più comuni dei centrali; che anzi v'è perfino chi pensa, esser probabilissimo, che questi sieno dipendenti dai primi, per cui anche i crateri di sollevamento abbiano una direzione su certe linee: in questa ipotesi, dei cretti o lunghi spacchi avrebber preceduto la loro sparizione e fissato l'andamento longitudinale che hanno. Infatti non può negarsi questo modo di disposizione, nelle grandi cupole trachitiche del Nuovo Continente; ed il celebre de Buch fa notare, che esiste eziandio per i veri crateri di sollevamento, che alcune volte sono allineati lungnesso un grande spacco, nel maggior numero dei casi subaqueo, del quale le isole crateriformi indicano la direzione. Tal è il caso delle Azore in Europa, delle Canarie e delle isole del Capo Verde in Africa, dell'Islanda e dell'arcipelago di Gallapagos nel Nuovo Mondo, delle isole della Sandwichide nell'Oceania, ec. ec. . .

Dicemmo nella precedente Lezione, che il Beaumont erasi dato più specialmente allo studio dei fenomeni della epoca e della direzione delle grandi catene di montagne: i suoi lavori hanno il merito di presentare un grande insieme di concetti vasti ed ingegnosi, ed un ammasso di fatti sufficiente per appoggiare e dimostrare vittoriosamente la propria teoria. Il perchè, noi prendiamo per guida le sue opere, e ne riporteremo specialmente quello ch'è relativo ai solleva-

menti lineari dell'Europa: le nostre citazioni non saranno che brevi frammenti di que' dottissimi scritti, non consentendo la natura di questo lavoro, e la misura del quadro, di dilungarvisi d'avvantaggio: nulla ostante crediamo, che rileggendo gli ultimi periodi della Lezione antecedente, e confrontandoli con questi frammenti, che siamo per esporre, il lettore non rimarrà in dubbio sulla dottrina Beaumontiana.

L'esame della superficie dell'Europa, dice Elia di Beaumont (o quello che dicesi dell'Europa può applicarsi al resto del globo), ha condotto a distinguere gli uni dagli altri molti sistemi di monti di epoche e direzioni diverse, ed a ravvicinarli alle linee di divisione dei bacini, osservate nell'ordine dei depositi sedimentosi.

È noto, che i depositi formati nelle acque cambiarono di natura in epoche diverse; di guisa tale che i terreni sedimentosi non sono sempre gli stessi, ma piuttosto un'alternazione di strati che poco o nulla si rassomigliano. Ora, perchè questi depositi potessero cangiar di natura, perchè la stessa sovrapposizione non abbiasi potuto estendere su tutta la terra, è necessario ammettere lo avvenimento di cause perturbatrici, che cambiarono i bacini nei quali si formarono i sedimenti: gli uni furono innalzati ed emersero dalle acque; gli altri riempieronsi di liquidi diversi, o almeno riceverono miscugli di acque che modificarono totalmente la loro natura.

Ma qual potè esser la cagione di tanto cambiamento? — Evidentemente questa causa altro non fu che l'apparizione successiva delle catene delle montagne: la loro presenza bastò a modificare grandemente la superficie del suolo, cangiarne i livelli, romperne gli argini, imprimere alle acque potenti moti impulsivi; ella è bastante, infine, per ispiegare tutti i fenomeni che ci presentano i terreni di sedimento o di alluvione. — Queste meravigliose varietà denno dunque trovarsi in perfetta rispondenza ed armonia colle cagioni che le produssero, vale a dire col sollevamento delle montagne.

Ecco i rapporti che Elia di Beaumont tentò di stabilire: egli ha adoperati per indicare i sistemi di sollevamento dei nomi che ricordano i luoghi ove più precisamente i geologi osservarono il fenomeno, ond'è che da quei nomi sempre possa trovarsi facilmente il tipo del sollevamento.

Infino ad ora il sopraindicato geologo ha enumerati dodici sistemi lineari in Europa, dei quali ecco lo specchio:

I. *Sistema di Wesmorelandia (Inghilterra) e di Hunsrück (Germania).*

Questo è il più antico di tutti i sistemi: egli comprende le prime rughe che possansi riconoscere sulla superficie del globo, la crosta del quale rappresa da poco dovea essere molto sottile: la generale direzione delle sue principali catene è nel senso da grecale a libeccio.

Premesso, che i fenomeni dei sollevamenti non poterono manifestarsi che dopo la solidificazione della crosta terrestre, siccome questa crosta fu in principio sottile, facile a rompersi od a sollevarsi, ond' è ch' essi sollevamenti in que' primi tempi dovettero esser frequenti ed al tempo stesso semplicissimi; cioè senza nessuna complicità, ed elevanti appena sui proprii fianchi i pochi e sottili strati di sedimento che cominciavano a deponersi. — Probabilmente le rughe formaronsi eziandio in certo numero, anche prima del deposito dei sedimenti; ma la loro piccola elevazione le rende poco sensibili. . .

II. *Sistema dei Ballons (nei Vosgi) e delle Colline del Bocage (nel Calvados).*

Questo sistema di rughe concorse col precedente, e forse con altri non ancora studiati, a dare un rilievo ondulato e una struttura dislocata al suolo antico, nelle inugnaglianze del quale si deposer più tardi i primi strati dei terreni secondarii, dei quali la serie carbonifera forma il letto inferiore. . .

III. *Sistema dell'Inghilterra boreale.*

In questa catena formata totalmente dagli strati della serie carbonifera, le forze sollevanti pare agissero (nell' insieme) su linee dirette da mezzogiorno-sciloeco a maestro-tramontana. Queste forze produssero grandi fratture. — Pare che a questo sollevamento deb-

bansi riferire le alture centrali della Francia, e le montagne primitive di Corsica. . .

IV. Sistema dei Paesi Bassi e della parte australe del Principato di Galles.

Le tracce di questo sistema sono state fino ad ora rinvenute e studiate sur una linea lunga 280 leghe da ponente a levante, dalle sponde dell' Elba al mare di Irlanda. . .

V. Sistema del Reno.

Direzione da greco-tramontana a mezzogiorno-libeccio.—Per tutti i segni par certo, che il moto che ha elevato questo sistema debba essere stato subitaneo e di breve durata. . .

VI. Sistema del Thuringerwald, del Bohmerwaldgebirge, del Morvan.

Direzione da maestrale a scilocco —Anche questo sistema pare si elevasse bruscamente, ed in breve tempo. . .

VII. Sistema del monte Pilas, della Costa d' Oro e dell'Erzegebirge.

Medesima direzione appresso a poco del sistema precedente. . .

VIII. Sistema del Monte Viso.

È così chiamato da una cima delle Alpi, la quale, come quasi tutte le vette alpine, dee la sua altezza assoluta attuale a molti e successivi sollevamenti: ivi gli accidenti geologici caratteristici di questo sistema, mostransi nel modo il più evidente. . .

IX. Sistema Pireneo-Appennino.

I Pirenei formano tra la Francia e la Spagna un sistema isolato quasi da tutte le parti: considerata in grande, questa catena si

estende dal promontorio Ortegal in Galicia fino al capo di Creus in Catalogna. Ella è costituita da diversi gioghi paralleli e vicini, non da una sola grande giogais. Questo parallelismo si ritrova in Provenza, ed in Italia nei tronchi principali dell'Appennino: — tutti questi monti son l'effetto di un medesimo sollevamento. . .

X. *Sistema delle isole Corsica e Sardegna.*

A questo sistema legansi i monti che fiancheggiano le Valli del Rodano e dell'Alta Loira, e la massa basaltica del Meissner in Germania.

Siccome questo sistema ha appresso a poco la stessa direzione del primo, del secondo, del terzo, del settimo e del nono di sopra mentovati, questo fenomeno fece sospettare al Beaumont il caso di una specie di ricorrenza periodica dei medesimi effetti di sollevamento sulla medesima direzione, o in direzioni vicinissime. . .

XI. *Sistema delle Alpi Occidentali.*

Le Alpi, che formano la catena più estesa e per ogni rapporto più considerevole dell'Europa, non presentano la uniformità dei Pirenei, nei quali vedesi chiaramente, che un solo elevamento impresso ad essi una medesima direzione ed un grande insieme di aspetto. La catena delle Alpi non è stata formata tutta di un getto, vale a dire dalla continuazione delle medesime forze; ella è stata creata in epoche distinte, e dee per conseguenza offrire vari sistemi e varie direzioni. Infatti, il rilievo delle parti più eminenti e complicate delle Alpi, di quelle presso il Monte Bianco, il Monte Rosa, il Filster-Aar-Horn, ec., componesi principalmente dello incrociamiento di due di questi sistemi recenti, che si incontrano sotto un angolo di 45 a 50 gradi, e che si distinguono dal sistema Pireneo-Appennino per la loro direzione, come per la loro più moderna età; poichè le Alpi occidentali non sollevaronsi che in epoca recente, tra il letto medio ed il superiore dei terreni terziari.

Alla medesima epoca di sollevamento pare appartengano i monti della costa Franco-Ispaña da Narbona infino al Capo di Gate, e quelli dell'Impero di Marocco che hanno la medesima direzione.

Infine la Calabria, la Sicilia e la contrada di Tūnisi in Africa, presentano in gran numero dislocazioni e sollevamenti dirette nel modo istesso.

E fu dopo questa grande convulsione geologica, che l'Europa presentò all'asciutto un vasto spazio continentale; le acque salse abbandonarono allora i bacini mediterranei che ancora occupavano, e i depositi, gli strati marini più non formaronsi che sulle coste o sui golfi della terra emersa. Ma rimasero ancora sulla giovine superficie europea dei laghi di acqua dolce, alimentati da fiumi, come quelli che oggi si osservano a piè delle montagne Elvetiche: appoco a poco que' laghi colmavansi pelle sabbie, pelle marne, pelle ghiaie che vi rotolavano e vi si deponeano in strati; ed il geologo oggi ritrova in questi depositi, copia grande di legname fossile proveniente da alberi di specie quasi simili a quelle che al presente vestono le nostre contrade. Allora viveano alla superficie del continente europeo la Iena e l'Orso delle caverne, l'Elefante peloso, il Mastodonte, il Rinoceronte, l'Ippopotamo ed altri animali, onde le specie oggi perdute pare fosser distrutte nella rivoluzione, che cangiando in parte la forma del sistema delle Alpi occidentali, dava alla massa alpina la figura che oggi presenta, e compiva la formazione dell'Europa. . .

XII. *Sistema della Catena principale delle Alpi, dal Vallese fino in Austria.*

Questo sistema è il resultamento dell'ultima dislocazione del suolo Europeo, evento successo in epoca recente, nella quale i terreni di trasporto deponnevansi ancora appiè di quelle montagne. Gli strati, visibili nelle valli del Rodano, del Isero, della Saona e della Duranza, furono drizzati; nel mentre che i materiali destinati a formarli e che veniano a deporsi nelle valli dei detti fiumi, erano violentemente strascinati da formidabili correnti, che trasportaronli inverso il Mediterraneo: le quali correnti, dette dai geologi *diluviane*, quantunque le non abbiano nessun rapporto col diluvio della Genesi, furono prodotte dal versamento delle acque dei grandi laghi sopraccennati, e forse anche dalla subitanea fusione delle nevi accumulate sulla catena occidentale delle Alpi.

Quantunque recente, nulladimeno questa irruzione precedette probabilmente l'esistenza dell'uomo in sulla terra; in Europa anzi molti molte razze di animali, e precisamente quelle di sopra accennate.

Il fenomeno del sollevamento alpino fecesi sentire in molti altri luoghi d'Europa tra loro assai distanti, come nella Francia meridionale, nei Pirenei e fino in Ungheria. . .

Tale è l'embrione dell'idea del geologo francese, su questo importantissimo argomento della relativa età de' sollevamenti europei.

Non bisogna giudicare del lavoro del Beaumont su questo schizzo di note per noi trascritte: occorre studiare i concetti e le osservazioni di quel sapiente nei suoi propri scritti; ivi il lettore intelligente comprenderà tutta l'importanza delle sue ricerche, e l'alto interesse di questa storia, la quale dà una spiegazione naturale di tutte le grandi azioni geologiche manifestatesi sulla terra dopo la sua formazione. . .

Il Beaumont ha tentato di estendere la sua teoria della età dei sollevamenti pel parallelismo delle rughe del suolo o dei solchi montuosi di una medesima epoca, alle principali catene che attraversano gli altri continenti; ma ciò non è altro per ora che un semplice tentativo: nulladimeno noi l'accenneremo, riassumendo le idee dell'autore in poche parole.

La grossezza della crosta terrestre, il peso dei depositi sedimentosi, l'azione ognor meno forte della cementazione e della emissione del calore reser necessariamente più rare queste grandi convulsioni; ma la loro intensità dovette aumentare nelle medesime proporzioni, e l'intervallo tra due rivoluzioni successive dovea andare continuamente crescendo. E siccome la resistenza alla quale dobbiamo l'accrescimento di durata di questi periodi di tranquillità, misura precisamente l'energia delle forze che deono rompere l'inviluppato solidificato, però dobbiamo concluderne, che la grandezza dei fenomeni che ne saranno l'effetto andrà sempre maggiormente aumentando. Già abbiamo prove di questo progressivo sviluppo delle forze interne, paragonando la grandezza delle catene sollevate colla lunghezza

del tempo da cui la loro apparizione è separata: i Pirenei, le Alpi, sono nel numero dei sollevamenti più recenti; e qual differenza tra la massa e l'altezza di queste montagne con la massa e l'altezza dei primi sistemi per noi accennati!!!

L'Imalaia che verosimilmente appartiene ad uno dei sistemi di sollevamento più recenti, serba gli avanzi dei corpi organati del mare fino all'altezza prodigiosa di 5500 metri sul livello presente dell'Oceano.—La massa enorme della Cordilliera del Nuovo Mondo, che dall'estremità australe dell'America s'estende per così dire fino al polo boreale della terra attraverso alla Colombia, sembra essere l'ultimo tratto impresso dai sollevamenti sul rilievo del globo, ed è certamente il più considerevole. Un moto tanto esteso come quello che dovette prodursi pella apparizione di questa sterminata giogaia di monti, deve essere stato cagione di grandi fenomeni sulla terra: altissime onde, lunghe oscillazioni proporzionate alla potenza che le movea dovettero agitare i mari, invadere i continenti emersi e sollevare i sedimenti fino dal fondo degli abissi dell'Oceano. Chi sa che quella Atlantide famosa, di cui spesso l'esistenza è considerata mera finzione, non scomparisse in questa grande rivoluzione della Natura! — Pare che il surgimento di questa catena del Nuovo Mondo fosse contemporaneo all'esistenza dell'uomo sulla terra ed abbia contribuito ad una di quelle grandi inondazioni che sono iscritte in epoca quasi conforme negli archivi di tutti i popoli.

Elia di Beaumont, dà il nome di *Sistema delle Ande* (che riguarda come il più recente di tutti) non alla sola Cordilliera Colombo-Americana, ma sibbene a tutta quell'enorme diga che corre tra il Grande Oceano e i continenti dell'America della Colombia, e dell'Asia, segnando, dal Chili infino al paese dei Birmani vicino alle Indie, la direzione di un magno semicerchio della terra, che serve come d'asse centrale a quella linea vulcanica disposta a zig zag, la quale seguendo qua e là le fratture più antiche, senza allontanarsi dalla zona litorale, forma, come lo ha notato il de Buch, il limite più naturale del continente dell'Asia, e può considerarsi il vero confine, la precisa linea di separazione, tra la parte odiernamente più continentale del globo e la più marina.

L'azione vulcanica (concedendo a questa espressione tutta la possibile latitudine del significato), non è, come vedemmo, un feno-

meno locale, ma sibbene una grande potenza continuo agente e continuo modificante la crosta esterna del globo, ma onde gli effetti non sono sensibili per noi, che in certi tempi di recrudescenza nei quali essi allora si manifestano con una grande energia.

Alessandro di Humboldt definisce questa azione: *l'influenza che esercita l'interno di un pianeta sul suo esteriore involuppo, nei diversi stadii del suo raffreddamento*. Infatti questa interiore azione è la causa prima dei vulcani, dei terremoti, e dei sollevamenti, fenomeni per noi già studiati.

Oggi più non potrebbesi ragionevolmente dubitare del calore centrale del globo, chè un gran numero di esperienze lo hanno dimostrato, e una folla di fenomeni ogni giorno ne attesta l'esistenza; or, l'azione di questo calore sulla crosta della terra costituisce tutta la storia della geologia.

Quando incominciò il raffreddamento del nostro pianeta, che nelle origini era incandescente, le materie gassose che formavano l'atmosfera incominciarono anch'esse a agire là ove toccavano le solide materie. Così s'istituì una superficie di azione estesa quanto il globo, e sulla quale i chimici fenomeni succedonsi con attività tanto energica quanto può farla supporre la natura di materie non ossidate avide di ossigeno, che se ne imbevono, che bruciano e s'ossidano sopra una estensione così sterminata: l'azione vulcanica era dunque in quei primi tempi su tutta la superficie del globo, e il nostro pianeta dovea emanare vivissima luce.

Ignoriamo quali fossero in quell'epoca tutti gli elementi esistenti all'esterno del globo: ma perchè dagli ossidi ci è dato conoscere i loro radicali, così sappiamo che il silicio, l'alluminio, il calcio, ec., necessariamente erano quei che dominavano, e quelli al tempo stesso onde il loro tenue peso specifico avea concesso di rimanere all'esterno.

Una volta ossidati, questi corpi formarono sottilissima crosta sul nostro pianeta; ma appoco a poco ella aumentò di grossezza, e questa crosta di ossidi fusi dovette ben presto opporsi all'azione dell'ossigeno sulla terra, formando intorno ad essa come uno strato isolatore: allora l'azione cambiò e diminuì d'energia; i corpi gassosi dell'atmosfera non potendo direttamente agire sui corpi ossidabili dell'interno, ne successe una specie di *cementazione*, operazione

di assorbimento dell'ossigeno, dai corpi non ossidati tolto a quelli che ne conteneano, i quali lo attingeano immantinente dallo strato superiore, questo dal letto sovrastante, e così a vicenda finchè non giunsero ad attinger l'ossigene dall'atmosfera.

Tutto concorre a provare, che il fenomeno della cementazione dura ancora sulla terra, e che continuerà fin tanto che nell'interno del globo vi saranno materie ossidabili ed all'esterno sostanze ossidanti. A grado che la cementazione ed il raffreddamento procederanno innanzi, l'acqua dovrà necessariamente penetrare nella massa ossidata, la quale se ne imbeverà come farebbe una sfera d'argilla secca immersa in questo liquido dopo essere stata riscaldata: la superficie, raffreddandosi la prima, assorbirà l'acqua; l'acqua assorbita dal primo strato passerà ben tosto nel secondo che pur si raffredda; un terzo strato si imbeverà del liquido sottratto al precedente, ed in questo tempo l'acqua esterna continuerà a penetrare la sfera a mano a mano che perde il calore. Anche questo è un fenomeno di cementazione, perchè l'acqua che infine aggiugnerebbe al centro, dovrebbe necessariamente passare per tutti gli strati esteriori. E se il liquido fosse in minima proporzione relativamente alla sfera, chi è che non scorga quello che ne avverrebbe, cioè che tutta l'acqua sarebbe finalmente assorbita, senza saziare l'affinità delle parti solide della sfera medesima per essa?

Ora, la sfera della terra è appresso a poco nel caso della suddetta palla d'argilla: l'acqua vi penetra per assorbimento o per le fessure, a misura ch'ella si raffredda; ond'è, che deono ad un tempo diminuire alla sua superficie e la massa dell'acqua e l'atmosfera dell'aria.

La nostra epoca storica è ancor troppo breve per trovare modo di provare il fatto per mezzo dei monumenti scritti; ma gli studi astronomici ci han posti in forte sospetto, che le minori sfere celesti del nostro sistema solare, sieno già arrivate al punto a cui forse aggiugnerà, nel processo dei secoli, anche la terra: per esempio, la luna è priva evidentemente di acque e di aria, perchè probabilmente la non ebbe, come la terra, che uno strato di acqua e una massa atmosferica troppo piccole per poterne rimanere al di fuori anche dopo la saturazione della parte solida: del resto, per ciò che riguarda quel globo curioso, fedele compagno nel nostro eterno pellegrinare pei

cieli, noi rimandiamo il lettore curioso alle Lezioni della Cosmografia, nella prima parte di questo Corso.

Da questo modo di vedere resulterebbe, che in ciascun pianeta non ancor compiutamente estinto esiste una superficie di azione situata a profondità diverse in ognuno di essi; le quali superficie planetarie sappiamo però certamente, che in tutti i globi del nostro sistema solare sono omai di sotto alla crosta; chè se così non fosse c' dovrebbero apparir luminosi.

In quanto alla terra, è molto difficile fissare la odierna posizione di questa sfera di azione: ella, sebbene lentissimamente, dee ognora approfondarsi; ed è dimostrato dai monumenti geologici, che i fenomeni vulcanici furono sempre in rapporto colla sua diversa distanza dalla superficie.

Del rimanente, l'aria e l'acqua, nella rispettiva cementazione o penetrazione della sfera terrestre, non denno aggiugnere alla medesima profondità:—l'acqua dee arrestarsi a una certa distanza, la quale probabilmente non è il limite dell'aria, di guisa tale che, avendo riguardo alle affinità capillari che permettono a questi due corpi di penetrare a grandi profondità, deono ancora esistere due sfere di azione sovrapposte; o almeno, le reazioni deono operarsi tra i due limiti concentrici. Ignoriamo qual sia il genere di azione che esercitasi a così grande profondità e sotto pressione così enorme: ne risultano, secondo ogni apparenza, le materie solide ossidate, naturalmente reicte dai vulcani sotto forma di lave, e che in altri tempi formarono le varie rocce di trabocco; e ne risultano eziandio le materie gassose, che s' elevano dagli spiragli vulcanici e dalle fessure del terreno, o escono dalle fontane minerali miste alle acque, ec. ec.

Grandi differenze osservansi nelle materie solide in diverse epoche eruttate attraverso alla crosta del globo: i graniti, i porfidi, le sieniti, le trachiti, i basalti e le lave moderne, offrono nella loro composizione notevolissimi divari: e il quarzo puro evidentemente diminuisce di quantità in tutte le rocce, a grado che elleno si avvicinano all'epoca presente: la qual cosa ne fa sospettare, che il silicio, base del quarzo, ed uno dei corpi semplici solidi più leggieri, galleggiasse sull'oceano dalle materie fuse quando la sua superficie cominciò a rappigliarsi ricoprendosi di una crosta e consolidandosi

e pare, che anche per le materie gassose esista un ordine successivo di apparizione, conciossiachè infino al presente non siasi veduto acido carbonico nelle eruzioni vulcaniche, mentre all'opposto riscontrasi comunissimo nei vulcani semispentì, nelle sorgenti termali, e in qualunque luogo ove l'azione vulcanica è sul declinare od offre pochissima attività.

Agiscon dunque nell'interno della terra forze chimiche, ed altre in tutto meccaniche prodotte principalmente dal vapore delle acque: questo però, solo, non saprebbe produrre i grandi fenomeni di dislocazione, nè le eruzioni vulcaniche; mentre può supporasi benissimo, che certe chimiche azioni producano delle materie gassose, la tensione, la elasticità delle quali cagioni gli effetti dinamici sulla crosta del pianeta:—lo che è tanto più probabile, in quanto che le lave fortemente compresse avanti la loro emersione, sono realmente cacciate fuori e sollevate da gassi abbondantissimi, e queste medesime lave appena uscite alla luce del giorno, gonfiano, tumefannosi e sviluppano gran copia dei gassi predetti.

Può eziandio contribuire ai fenomeni vulcanici l'ineguaglianza del raffreddamento nella parte esterna e nella interna della terra; che anzi il Cordier li considera come un semplice effetto di contrazione, come un resultamento semplice e naturale del raffreddarsi esteriore del globo, un effetto insomma puramente termometrico. — Altrove, accennammo gli effetti di questo fenomeno di contrazione o restringimento della crosta della terra, sulla massa delle materie ancor liquefatte del suo interno. . .

Il Cordier considera come *maximum* di quantità delle materie che escono in ciascuna eruzione, il volume di un chilometro cubo, massa ben poco considerevole relativamente a quella del globo: distesa sulla superficie del nostro pianeta, ella vi formerebbe uno strato di meno di un cinquecentesimo di millimetro di grossezza; cosicchè, supponendo la scorza della terra alta (termine medio) venti leghe, basterebbe che questo involuppo si contraesse in modo da accorciare il raggio medio della massa centrale di un 494.^{mo} di millimetro per produrre la materia di una eruzione.

Ora, aggiugne il Cordier, se partendo da questi dati vuolsi supporre, che la semplice contrazione produca il fenomeno, supponendo che in tutta la terra succedano cinque eruzioni per anno, giugnesi

a trovare, che la differenza tra la contrazione della forza consolidata e quella della massa interna, non accorcia il raggio di questa massa che di un millimetro per secolo: da ciò è evidente che una azione estremamente piccola e pei nostri sensi del tutto inapprezzabile, può produrre i fenomeni più formidabili dei vulcani. . .

Quando la materia fusa cominciò a rappigliarsi alla superficie del globo, le più piccole forze produssero oscillazioni che ancora non avrebbono potuto indicare sotto nome di sollevamenti: larghe maree, di quella sostanza liquida infuocata, succedeano più regolarmente del flusso e del reflusso nell'odierno Oceano; le quali maree ponno non di rado avere avuta la potenza di rompere la pellicola solida che tendea a formarsi: ed anche dopo un certo lasso di tempo, quando quella pellicola era già diventata crosta, pur ella potè rompersi, ogni volta che il sole e la luna trovaronsi nelle circostanze più favorevoli per effettuare le grandi maree; e le onde delle materie fuse si saranno estese alla sua superficie, e così avran potuto formarsi i primi terreni di trabocco, costituiti secondo ogni apparenza dai graniti; ma le più grandi di queste maree terrestri non poterono elevarsi oltre i quattro o i cinque metri. Il Cordier, che suppone alla scorza del globo un avanzo di flessibilità, pensa che questo fenomeno, sebbene debolissimamente, succeda ancora su tutta la massa della terra. . .

Da quanto per noi nella presente come nell' antecedenti Lezioni sui terremoti, sui vulcani e sui sollevamenti fu esposto, risulta probabile, che la serie dei sollevamenti della crosta del globo, non sia ancora terminata, e che nuove dislocazioni possano succedere, distruggendo, nello spaventevole sconvolgimento di fuoco e di acqua che produrrebbero, una parte delle razze esistenti, e cangiando nuovamente la configurazione del nostro pianeta: le osservazioni degli astronomi han dimostrato, che sulla luna sorgono gruppi di monti, i quali, relativamente al volume di quel satellite, superano in proporzione quelli della nostra terra; cosicchè non è strano pensare, che mentre in quel globo inaridito e deserto succedessero i suoi ultimi sollevamenti, il nostro li attende ancora. Siamo, è vero, in un periodo di tranquillità e di calma che dura da lungo tempo, e che probabilmente prolungherassi ancora per molti secoli; ma che è il tempo pella Natura? Forse la regolare comunicazione che oggi esi-

ste tra l'atmosfera e l'interno della terra per mezzo dei vulcani, è una specie di garanzia, di sicurezza analoga a quella che pongono le valvole applicate alle caldaie del vapore, affine di preservarle dalle esplosioni; e finalmente, la grossezza della crosta terrestre forse ha aggiunte le dimensioni oltre le quali le sue grandi fratture non possono altrimenti operarsi: ma gli scuotimenti, le violente oscillazioni a cui ella va tanto frequentemente soggetta, e che sotto il nome di terremoti han desolato tante contrade, distrutte tante popolose città, e sepolte tante abitazioni, son segni che ci rammentano la poca stabilità della nostra dimora e la fragilità della nostra esistenza. . .

Alcuni fenomeni certamente dipendenti dalle grandi dislocazioni del suolo succedero avanti l'intera solidificazione delle rocce cristallizzate che primitivamente copersero il globo: uno dei principali consiste nelle depressioni più o meno considerevoli formatesi a quell'epoca, la maggior parte delle quali furono ripiene dalle acque e quindi colmate dai sedimenti di esse. È facile concepire, che avanti la consolidazione della crosta terrestre, o quando appena solidificata ella non ebbe che poca grossezza, degli avvallamenti poterono prodursi, ogni volta che nelle oscillazioni della massa fusa la crosta solida posava in falso: e comprendesi facilmente, che nel tempo del sollevamento di un sistema di monti, delle depressioni poterono succedere appiè delle catene, pella mancanza della materia fluida ch'era emersa, e perciò più non sosteneva la crosta solida; e nel tempo stesso pella pressione degli strati solidi e pesanti sulla materia liquida quando una uscita le presentò il modo di traboccare: d'altronde, il raffreddamento successivo ma ineguale delle diverse porzioni della massa terrestre superficiale, dovette lasciare una cavità più o meno larga o poco profonda nella parte raffreddata l'ultima; il qual fenomeno, che noi osserviamo su tutte le materie fuse, anche in piccola quantità, dovette prodursi in grande nel tempo di questo raffreddamento secolare, al quale andarono soggette tutte le parti della terra. E noi infatti troviamo queste depressioni prodotte per semplice contrazione su tutte le rocce basaltine orizzontalmente situate; e gli innumerevoli crateri della luna ci offrono lunghi ordini di queste depressioni o di queste cavità, formate dalla contrazione della materia.

La terra cziandio ce ne presenterebbe molte di tali depressioni,

se le parti della sua superficie che denno averne in maggior numero non fosser nascoste sotto le acque dell' Oceano , e se d' altronde nuovi ed alti depositi di sedimento non avessero riempite e livellate molte di queste cavità primitive, cosa che non avrà potuto succedere sulla luna per la troppa picciolezza del suo mare. Di guisa tale che, le sole depressioni di questo genere veramente considerevoli sui continenti, sono il bacino del Caspio, e quello del Mar Morto, due laghi d'Asia, onde il livello delle acque è considerevolmente inferiore a quello dell' Oceano. . .

I sollevamenti delle diverse parti del suolo forse hanno avuta una grande influenza sul trasporto dei così detti massi erratici, immensi sassi quinci e quindi sparsi alla superficie del globo lunge dai luoghi ove in origine dovettero esistere: i quali macigni poterono esser lasciati ove attualmente si trovano, o dall'impeto di acque traboccate pella emersione del fondo di ampi bacini, o dallo scoscendimento delle ghiacciaie prodotto dall' accresciuta pendenza dei fianchi dei monti, o dalla dilatazione delle ghiacciaie medesime effetto di molti secoli di freddo intensissimo, che il globo può aver sofferto per le cagioni intime od esteriori, o finalmente dalle correnti nate pella subitanea fusione delle nevi degli alti luoghi, e che furiose rovinarono giù in fondo alle valli e verso i piani.

Le campagne Germaniche, Sarmatiche e Scitiche d'Europa, sono sparse di tali enormi sassi, i quali, per gli ultimi studi geologici è molto sospettato che sieno proceduti dalla Scandinavia, e forse anche da contrade più vicine al polo. — Quanto ai massi erratici che trovansi appiè delle Alpi e del Giura, in Italia, in Elvezia, in Francia, evidentemente essi furono là condotti per forza impulsiva de' ghiacci, lenta ma irresistibile. . .

Le fratture prodotte dall'elevazione delle montagne, ed il drizzamento degli strati dei terreni sedimentosi, furono la origine del maggior numero delle cavità, degli spacchi, dei fori, dei meati che attraversano e si aprono e si diramano e si dilungano sotto terra: e la corrente delle sostanze fuse molti ne invase, e la vampa immensa del calore, che dalle viscere della terra si apprendeva alla sua crosta spezzata e scissa, sublimando le sostanze minerali e metalliche, le introduceva in questo stato in tutte le fessure della crosta medesima perfino nei più sottili meati, dove appoco a poco per il raffreddamento condensatesi, formavasi il fenomeno dei *filoni*. . .

Questo nostro pianeta oggi cotanto disputato dai conquistatori e dai mercatanti, cotanto ornato di tutti i tesori della vegetazione, sparso quinci e quindi dalla mano degli uomini di città opulente di palagi ed edifizii superbi, nella origine dei tempi non fu dunque, quanto alla superficie, che una massa prodigiosa di granito lucido e tepido, e più tardi una enorme ruina di quella roccia, rotta, ammontata in tutti i sensi; effetto del crepamento del globo e della elevazione dei primi monti. Quella catastrofe universale, spaventevole, subitanea, colpisce pelle sue vestigie l'occhio dell'osservatore, ed immerge il suo spirito in strano contrasto tra paura e stupore.

Nelle ruine di quella crosta primitiva e solida, non trovasi vestigie di essere vivente; dunque la vita non esisteva allora sul globo: egli non era che un'immensa massa in apparenza inorganica; e dico in apparenza, perchè alcuni filosofi non senza ragione pretendono, che tutti i germi della vita preesistessero al tempo in cui le fisiche condizioni, ritardate per volontà della Provvidenza, non si svilupparono.

Dal sovrapposimento degli strati terrestri, è dimostrato il punto preciso dove incominciò la vita: nacquero prima i pesci; poi i quadrupedi ovipari; poi i mammiferi; più tardi gli uccelli; quindi l'uomo: e tutte queste specie apparvero sulla terra in epoche distantissime l'una dall'altra.

Le più antiche specie sono omai per sempre disperse dalla superficie del globo, dopo averne tenuto per gran pezza l'impero: tali sono quelle lucertole spaventevoli, lunghe settanta piedi, quei sauri o draghi volanti, quei mostruosi coccodrilli, quei rettili a coda brevissima, quei mammutti specie di elefanti alti diciotto piedi, ec. ec. Di tante specie, solo l'uomo e gli animali ultimamente nati rimasero su questo meraviglioso teatro della superficie del globo. — Le nostre cave di carbone, attestano la strana natura delle prime piante, consumate da un diluvio di fuoco, che lasciò alle razze future degli uomini, sepolto in immensi terreni, quella miniera di combustibile cotanto prezioso; ma alberi dalle frutta deliziose e dalle ombre olezzanti di mille grati profumi, messi d'oro, e vigne stillanti nettare, rimpiazzarono quella vegetazione antica, sterile, e tenebrosa.

I geologi hanno numerate queste specie di rigenerazioni del globo, e con qualche ragione hanno proclamato, che i sei giorni della

creazione descritti dai primi vati, non furono che lunghi periodi di tempo, indicanti la nascita degli esseri sulle ruine della crosta che ricuopre lo ardente abisso della terra. Per quelle creazioni il caos gradatamente sparì, la vasta apertura della morte si chiuse, e la vita, mistero impenetrabile, distendendo il suo benefico regno su questo pianeta, giunse ad armonizzarsi tra Dio e la Natura in modo cotanto meraviglioso. . .

Ritorniamo su questo sublime argomento quando descriveremo le *Epoche della Natura*.

Frattanto abbiamo a dire quanto occorre sui filoni, le caverna e la teoria dei pozzi artesiani, ultimi studi sulla crosta del globo. . .



LEZIONE LXX.

FILONI, CAVERNE, ACQUE SOTTERRANEE.

TEORIA DE' POZZI MODENESI O ARTESIANI.

La crosta del globo presenta ovunque l'aspetto di una grande rovina; dovunque le sue masse sono sconvolte, rovesciate, l'una sull'altra accatastate, piene di vacui immensi e profondi, piene di fessure, di canali e di meati infiniti. Lo studio di questi vacui silenziosi e cupi delle viscere della terra, non può essere indifferente alla geografia; e sebbene e' volga intorno ad effetti di cagioni già ampiamente descritte, ne svelerà però più chiaramente la origine di fatti, che molto interessano alla industria umana e però allo incivilimento.

Qui vogliamo successivamente passare in rivista:

1.^o *I filoni*, o l'insieme delle materie deposte nelle fessure e nei meati di comunicazione tra le viscere del globo e l'atmosfera.

2.^o *Le cavità o caverne*, vasti sotterranei, che rinvengonsi in tutti i paesi, ma più specialmente nei montuosi, e spesso sur un prolungamento di molte miglia: queste cupe grotte mostrano ai curiosi dei cristalli, dello stalattiti, delle acque ferme e correnti, delle ossa di animali, delle sostanze metalliche, ec. ec.

3.^o *I pozzi artesiani o modenesi*, che sono l'effetto delle acque sotterranee. . .

Incominceremo dai filoni.

I *filoni* sono masse allungate più o meno importanti, che dall'interno procedono ordinariamente infino all'esterno del suolo; sono

l'insieme delle materie che riempiono totalmente o in parte fessure più o meno estese, ed attraversanti un dato terreno; sono le strade pelle quali le materie dell'interno del globo s'avviarono verso la superficie, spesso vi giunsero e frequentemente traboccando la invasero.

Per questa definizione è chiara la esclusione dalla classe dei filoni di tutti quei meati o fessure che poterono riempirsi dall'alto in basso per deponimenti meccanici o chimici: i meati di questo genere vonno esser considerati siccome fessure ripiene, analoghe più o meno alle caverne ossifere; come semplici sconvolgimenti della stratificazione dei terreni, o semplici accidentalità nelle rocce cristalline.

Ponno i filoni distinguersi in due ordini: — il primo comprende i *filoni d'iniezione*; — il secondo i *filoni di deposito*. A' quali ordini potrebbe applicarsi eziandio il titolo di *filoni petrosi* e *filoni metalliferi*: ma questa ultima nomenclatura avrebbe l'inconveniente di essere meno esatta e generale della prima. . .

Pochi fenomeni esistono in geologia complicati, come è quello della formazione dei filoni; ma non scrivendo noi un trattato speciale di questa scienza, non ci conviene approfondire tale argomento: nulladimeno, se tra voi lettori è alcuno che ama saper diffusamente intorno a questa materia, noi lo consigliamo a ricorrere all'opera recente del Fournet, opera notevole per profonda erudizione, per lucido stile, e giudiziosissime osservazioni. — Qui ci limiteremo a dire solamente le cose più essenziali.

Tra i filoni di iniezione osservansene di quelli che, secondo l'epoca nella quale comparvero, hanno traversato indistintamente le rocce cristalline e i terreni stratificati; e' sono in generale essi stessi costituiti di rocce cristalline, analoghe alcuna volta a quelle che attraversano, ma più spesso diverse. — Odiernamente vediamo filoni di questo genere nei terreni vulcanici, e ne riscontriamo di frequente nei dintorni dei vulcani estinti; sono prodotti dalla materia stessa delle rocce vulcaniche, penetrata nelle fessure fatte dai terremoti.

Spesso il filone d'iniezione resta incassato, e non manifestasi al di fuori; altre volte s'innalza nelle fessure, e vi forma come un'alta muraglia; ed alcuna volta questi medesimi filoni distendonsi o più o

meno al di fuori, prova del trabocco della materia liquefatta; la quale in tal caso forma o piccole teste simili al capo dei chiodi, o vasti depositi alti ed estesi. — Può anche succedere, che nei terreni stratificati la materia fusa, avanti di giugnere alla superficie del suolo, penetri fra due letti e formi come uno strato interno che occorre ben distinguere dagli altri strati: ed è da notare, che queste interne dilatazioni della materia fusa, impedirono quasi sempre il suo trabocco alla superficie del suolo.

Non solamente le lave, i basalti, le trachiti, ec., dettero la origine a simili filoni, ma lo stesso fecero i porfidi, i melafiri, le rocce anfiboliche, i graniti ed altre sostanze. — L'epoca dei filoni determina generalmente la loro forma e la loro grossezza: i più moderni sono iniettati in spacchi o fratture tagliate nettamente, poichè quando il terremoto le formò, le rocce erano interamente solidificate; qualche volta la materia ardente che sorgeva e vi s'iniettava, ne fuse e vetrificò alquanto le pareti: — ma i più antichi, attraversando rocce che non erano ancora ben solide quando essi si formarono, dovettero necessariamente allargarne gli spacchi, e poterono prendere forme così irregolari, ch'essi confondonsi con le vere masse di rocce cristalline, e anzi che formare filoni nel significato di questo nome, costituiscono piuttosto dei veri ammassi, come quelli di certi porfidi nei graniti, o delle amfiboliti e delle serpentine in molte altre rocce. La manifestazione di queste sostanze attraversanti le rocce sotto l'aspetto di vene o filoni, non successe istantaneamente, nè in breve termine; sibbene in epoche lunghissime e con varie oscillazioni, e in tenue copia prima, immensa e massima in seguito, e finalmente declinante e nulla.

Le materie metalliche incontransi raramente ne' filoni d'iniezione; o se vi si trovano, le sono sparse nella massa stessa dei filoni, come se fossero contemporanee colla materia iniettata. Questi filoni, penetrando nelle fessure per riempierle, hanno qualche volta dalle pareti della roccia incassante staccato dei frammenti, i quali si sono mescolati colla materia eruttiva e trovansi nel suo interno; e ciò è anche successo nelle rocce stratificate da loro attraversate; ond'è, che non di rado osservansi masse contenenti vestigia ed avanzi fossili di piante e di animali antichi, impastate in rocce evidentemente cristalline.

Ma se queste masse minerali non contengono che raramente metalliche sostanze, elle però n'indicano spesso la presenza nelle loro vicinanze; cosicchè pare che abbian in certa guisa fatta la via alle medesime, e che le sublimazioni, penetrando per queste prime fessure, o gli agenti chimici, abbiano formato a brevi distanze dei depositi più o meno metalliferi. . .

Sotto il nome di *deposito*, intendiamo dei filoni di materie non iniettate, ma sibbene dai vapori deposte o dai liquidi: e tali, secondo ogni apparenza, sono i filoni metalliferi, quelli che furono principalmente studiati dall'uomo a cagione delle ricchezze che racchiudono: cosicchè i minatori li hanno conosciuti prima dei geologi, e dettero alle loro parti diverse i nomi che la scienza tuttora conserva.

In generale, i *filoni di deposito* attraversano gli strati obliquamente e perpendicolarmente: di rado trovansi tra due strati o nel punto di contatto di due terreni.

È molto difficile fissare la forma dei filoni metalliferi; ordinariamente costituiscono masse schiacciate, le due facce delle quali serbano qualche volta un perfetto parallelismo per grande estensione; ma non di rado il filone si assottiglia o si allarga dal basso in alto, oppure rigonfia o si ristringe di tanto in tanto: spesso i filoni di deposito dividonsi in rami, che alcuna volta divengono numerosissimi, ma sono quasi sempre situati sul medesimo piano; ond'è che possono quindi riunirsi, e formare veri fasci che procedono insieme.

La larghezza dei filoni metalliferi a pareti parallele è soggetta ad alcune notevoli variazioni; ma in generale ella non supera la misura di un metro, quantunque si citino alcuni esempi (ma rari) di filoni larghi fino sessanta metri. Del rimanente, i filoni più larghi non sono i più ricchi in sostanze metalliche; imperocchè pare che la materia metallifera fosse in quantità troppo scarsa per potere riempire cavità così vaste; ond'è ch'ella in questi ampi vacui si è, per una specie d'attrazione, piuttosto concentrata, formando una specie di nodi, che il minatore esplora con frutto se il caso gli li fa rinvenire: ma simile dilatazione delle rocce non potette succedere senza che enormi massi non si distaccassero dalle pareti laterali per cadere nel vano della fessura, e interrompere in cento guise l'andamento del filone. . .

È chiaro, che la ricchezza dei filoni dee dipendere dalla quantità di minerale esistente in ognuno di essi, e su ciò sono enormi inuguaglianze: la roccia che il filone penetra, ha grande influenza sulla sua composizione e quindi sulla sua ricchezza; la quale presenta singolari anomalie, quando il filone attraversa molte specie di terreni. Anche la profondità è una circostanza che può far variar la natura e la quantità del minerale: dei filoni, altri trovansi ricchi a fior di terra, mentre altri non lo divengono che a certa profondità, superata la quale, il minerale può compiutamente cangiar di natura, e il filone diventar poverissimo.

Sembra eziandio, che la maggiore o minore elevazione sul mare faccia provare modificazioni diverse alle ricchezze metalliche: l'altezza più vantaggiosa alla feracità dei filoni pare sia, in Europa, tra i quattro e i cinquecento metri; ma nel Nuovo Continente le metalliche ricchezze furon deposte dalla Natura sul dosso stesso delle Cordilliere, e qualche volta in siti poco lontani dal limite delle perpetue nevi. Le più celebri mine del Messico sono alte da 1800 a 3000 metri sul mare: nelle Ande i distretti delle mine di Potosi, di Oruro, di La Paz, di Pasco e di Hualgayoc, appartengono a una regione la cui altezza supera quella delle più eminenti cime dei Pirenei: presso la piccola città di Nicuipampa, a 4100 metri d'altezza, un ammasso di minerale d'argento ha offerto immense ricchezze, sebbene non sia stato esplorato che a fior di terra. Per dare una idea della ricchezza metallica inclusa nel filone della Veta Madre di Guanaxuato, esplorato pella lunghezza di 12,700 metri, basterà dire, che la miniera di Valenciana, nello spazio di quarant'anni non ha mai cessato di dare ai suoi proprietari meno di due o tre milioni di franchi di rendita netta annua, e che la somma d'argento s'elevava a più di 14 milioni.

Ma ad onta della ricchezza di questi filoni americani, ad onta della perseveranza degli uomini a scavar l'argento, nulladimanco tutto il metallo di questa specie da tre secoli estratto dalle mine del Nuovo Mondo, non formerebbe, dice l'Humboldt, che una sfera di ottantacinque o novanta piedi di diametro: — che la si paragoni ora questa sfera colla massa della terra che ha 7200 miglia di diametro, e se ne apprezzi la enorme differenza!! . . .

In quanto alla lunghezza dei filoni ella è variabilissima; in Eu-

ropa la è relativa con tutte le dimensioni minime di questa parte di mondo; ma in America aggiugne a grandi proporzioni. . .

I filoni hanno tra loro numerosi rapporti: in una medesima contrada presentano identica direzione quando sono della stessa epoca, e procedono appresso a poco paralleli come le catene delle montagne sollevate delle quali furono probabilmente un effetto: ma succede soventi volte, che molti sistemi di filoni riscontransi, s'incrociano ed attraversansi come fanno i sistemi dei monti; e questo prova la diversità delle loro formazioni. È inutile avvertire, che il filone attraversato è più antico dello attraversante: del resto questa intersezione di due filoni frequentemente succede senza altro disordine che quello di un semplice allargamento delle parti tagliate; ma in tale allargamento il metallo si è troppo diffuso, ha scivolato, si è perso, ed è un' ardua faccenda pel minatore la ricerca del filone smarrito. — Alcuna volta i filoni più moderni incontrando un antico filone principale e solidissimo, non poterono attraversarlo, cosicchè al suo incontro bruscamente e' s'arrestano. E finalmente osservansi dei filoni vicini, che corrono come se volessero aggiugnersi; ma quando sono per riunirsi, l'un d'essi si allontana, lasciando la sua primitiva direzione, in maniera da formare insieme coll'altro una figura simile alla lettera K. . .

Intorno poi alla origine dei filoni di deposito ripeteremo, che tutto concorre a indicare, che generalmente essi sono formati di materie successivamente deposte o dai gassi o dai liquidi; al qual proposito il Fournet dice: — » Se alle nostre osservazioni aggiungonsi quelle instituite dal Dufrenoy nei Pirenei e dal Toumal tra i basalti del dipartimento dell'Ande, non avremo più difficoltà per ammettere, che i filoni di deposito sono il resultamento di grandi azioni plutoniche, le quali prima spezzarono la scorza del globo pello innalzamento delle materie fuse succedute o accompagnate da sviluppo di gassi e di vapori, e quindi determinarono lo sgorgo straordinariamente abbondante di sorgenti mincrali, del qual fenomeno troviamo ancora le vestigie in qualunque parte delle regioni dislocate. Tutti i fenomeni chimici dei filoni sono del medesimo ordine; combinandoli, dobbiamo cercare la soluzione dei problemi numerosi che i filoni medesimi ci offrono, come, per esempio, le tracce evidenti dell'azione del fuoco, e le prove irrefragabili dell'azione delle acque:

per non aver giustamente apprezzate queste circostanze diverse, onde la causa primitiva è però identica, i geologi, disgraziatamente troppo assoluti nella loro rispettiva maniera di vedere, furono per lunga pezza divisi intorno a questioni semplicissime a risolversi, qualora avessero saputo distinguere gli effetti del fuoco da quelli dell'acqua, e tenersi nelle debite riserve ».

Il Fournet attribuisce principalmente all'azione delle acque minerali il riempimento dei filoni: suppone egli, che i terremoti poterono in epoche distinte allargare le fessure, e che acque sature di materie diverse vi deposero parte o tutte le materie medesime. D'altronde non può dubitarsi che le acque minerali andarono soggette a grandi cambiamenti; lo che spiega la specie diversa dei loro depositi nelle varie epoche. Il fatto che questi depositi mostransi successivamente modificati, ci obbliga a supporre, che in epoche anteriori alla nostra, invece del calcareo o della silice le acque poterono lentamente deporre, per effetto delle reazioni chimiche o dei fenomeni elettrici, materie metalliche sulle pareti delle fessure o dei canali nei quali esse scorrevano. Oggi però non manifestasi più alla bocca degli orifizi delle fonti simile fenomeno, poichè la superficie d'azione chimica della terra continuamente approfondandosi col raffreddamento del globo, giunse omai ad un punto, che non permette la soluzione di queste medesime materie nell'acqua; la quale generalmente sorge pura o appena carica di eterogenee sostanze, mentre in antico le acque erano impurissime e qualche volta furono acide, corrosive e dissolventi al maggior grado. . .

Questo basti per avere sufficiente idea del fenomeno e della natura dei filoni.

In quanto poi alle *caverne*, ricorderemo quello che abbiám detto nelle precedenti Lezioni sulla natura nettunica e plutonica della crosta esplorata del nostro pianeta, e sulle orrende e molteplici catastrofi che ella ha sofferte. Per esse e per quella natura diversa di materiali, tutta la crosta del globo prese l'aspetto che oggi presenta, quello cioè di una grande ruina: e questa è la cagione delle cavità o delle fessure conosciute sotto il nome di *caverne* o di *grotte*, le quali perciò hanno identità coi filoni e colle fessure ripiene di materiali, non diversificandone pella origine, ma sibbene perchè generalmente vuote in totalità o in parte. Dico generalmente, perchè, al-

cune contengono ossa fossili chiuse in una massa di fango antico e indurito, o incassate nelle concrezioni di carbonato di calce, o stalattite, produzione comunissima in un gran numero di grotte. Ma se le caverne sono vuote ordinariamente di corpi solidi minerali, elle contengono però quasi sempre liquidi e fluidi: veggonvisi laghi, ruscelli ed anche fiumi, che corrono laggiù in quegli abissi senza che le loro acque sieno mai rallegrate dalla luce del sole, nè increspate dal dolce alito degli zeffiri. . .

I terreni di qualunque epoca contengono caverne; ma quelli costituiti di sasso duro e cristallino, ne offrono, com'è naturale, più raramente degli altri, mentre abbondano piuttosto in filoni riempiti.

Le maggiori caverne sono nella roccia calcarea: — e tale è la caverna di Caripè in America, descritta dall'Humboldt, che ha 2800 piedi di lunghezza, e quella della Balme citata dal Saussure, lunga 1500 piedi: ve ne sono eziandio delle maggiori nei terreni calcarei di molti altri paesi, le quali comunicando con altre caverne acquistano perfino molte miglia di lunghezza.

Tra le caverne vonno esser considerate anche quelle grotte più o meno lunghe, che hanno due uscite opposte e appariscono in certa guisa ponti naturali; come, per esempio: il Ponte dell'Arco, sotto il quale passa la corrente dell'Ardèche (in Francia), consistente in un solo arco naturale a tutto sesto, grosso più di 16 metri, alto da 25 a 30 e lungo 60, scavato nella roccia calcarea; il ponte d'I-cononzo in America, vicino a Bogota nella Nuova Granata, così ben descritto dal precitato Humboldt; e quello sotto cui passa la riviera di James in Virginia (Colombia):— dei quali ponti naturali, o vere grotte o caverne che dir si vogliono, abbiamo narrato altrove in vari lochi di questo Corso.

Le grandi caverne sono ordinariamente costituite da una serie di alternativi allargamenti e di strangolamenti o strettissimi aditi, pei quali puossi a stento camminare carponi: spesso il lungo ordine delle aule sotterrane sviluppassi orizzontalmente; ma non è raro trovare caverne composte di certo numero di sale l'una sull'altra situate.

Grotte e caverne in gran numero furon descritte dai viaggiatori; ma quasi sempre la lor dipintura è arricchita di cose meravi-

gliose, che gli osservatori più scrupolosi non ritrovano: nulladimeno, togliendo anche tutto quello ch'è esagerato e poetico, i piccoli viaggi sotterranei intrapresi alla visita di queste cavità, non mancano di essere interessanti ed istruttivi; ond'è che molti di essi acquistarono grande celebrità, come per esempio quello impresso dal Tournefort nella prodigiosa grotta d'Antiparos, che aprasi in un'isola del mare Egeo chiamata di quel nome.

» Quantunque miserissima (dice il citato viaggiatore naturalista), quest'isola accoglie nel suo seno una delle più belle cose che forse sieno nella Natura ». — Noi non ci dilungheremo in descriverla, poichè le opere che ne serbano la dipintura, come geografie, dizionari geografici ed enciclopedici, viaggi in Grecia ed in Levante, ec. ec., sono comuni e facili ad acquistarsi. . .

I terreni vulcanici hanno anch'essi le loro caverne, le quali frequentemente sono estesissime; e celeberrima fra esse è quella di Fingallo in Caledonia, per noi accennata nella Lezione XXV (*Nesologia*, parte della *Geistica*, Tomo II, pag. 397).

Famose sono, e pella scienza interessantissime, le *caverne ossifere*, cioè contenenti ossa fossili di animali di molte specie: in Germania citeremo quelle di Gailenreuth, di Kuloch, di Baumann, che contengono gran quantità di ossa fossili. — Molte ve ne sono in Francia, specialmente nella parte australe, in Italia, in Sardegna, ec. ec.: e le non sono ignote nel Nuovo Mondo, nè in Asia, nè nell'Australia. — Tuttavia le non vonno esser confuse colle fessure delle rocce piane di breccie ossifere, che trovansi frequenti attorno al Mediterraneo, tra le quali sono notissime quelle di Cette e di Antibo in Francia, di Gibilterra in Spagna, di Sicilia; di Corsica, di Pisa in Italia, ec. ec.

Ma un interesse di ben altro genere ispirano alla geografia ed alla filosofia le caverne a ossa umane (quantunque non fossili), quei vasti cimiteri delle antiche nazioni.

L'Humboldt, nei *Quadri della Natura*, dipinge la caverna di Atauripè, ch'è di questo genere; e noi non possiamo fare a meno di riportar qui quella magnifica descrizione, nella quale la fisica accompagnasi così bene colla morale più sublime.

» Nella parte più recondita della valle dell' Orenoco-, sotto le ombre cupissime di un bosco folto e selvaggio, spalancasi l' ampia

caverna di Atarupè, famosa per contenere le ossa di una intera estinta popolazione. In tal cimitero, tristo ma grandioso, noi contammo da circa 600 scheletri ben conservati e riposti in altrettanti canestri intessuti di foglie di palma.

» Questi canestri, che gl' indigeni appellano *mapire*, hanno la forma di un sacco quadrilungo, e son sempre di grandezza proporzionata alla statura del morto che racchiudono: ve ne sono dei così piccoli, da non poter contenere che gli scheletri dei fanciullini dalla morte mietati al momento stesso della loro nascita.—E tutti questi carcami son talmente intatti, che neppure mancano del più piccolo essolino.

» Quelle ossa sono preparate in tre maniere: o sono semplicemente imbiancate; o dipinte di rosso con l' *onoto*, materia colorante tratta, come la *oriana*, dal *bixa orellana*; o (simili alle mummie egiziane) sono inverniciate di resina odorosa, ed avviluppate in foglie di banano.

» Gl' indigeni raccontano, che per ridurre le ossa in tale stato, adoperavasi in antico nel seguente modo: seppellivasi primieramente il cadavere ancor fresco, in una terra particolare umida e corrosiva; dopo qualche mese, essendone quasi del tutto consumata la carne, traevasi di là il puro scheletro, ogni osso veniva quindi accuratamente raschiato con una pietra tagliente, affine di privarlo di quella poca di carne che ancor vi aderiva; e fatto ciò, davasi a tali ossa o lo imbiancamento o la odorosa vernice o la pittura, secondo la cospicuità ed il potere della famiglia o dell'individuo a cui appartenevano. — Alcune orde della Guiana praticano tuttora un simil costume.

» Accanto a que' *mapire* o canestri, trovansi anche delle urne formate di un'argilla mezzo cotta e tinte di color verdastro, nelle quali, per quanto sembra, stan riposti gli ossami di intere famiglie. Le massime di queste urne, sono alte tre piedi e cinque e mezzo lunghe: hanno tutte forma ovale e gradevole a vedersi, van fornite di manichi foggjati in modo da rappresentare cocodrilli e serpenti, ed hanno il margine dell'apertura decorato all'esterno da un orlo di rabeschi a meandro o labirinto. Simili ornamenti, uguali a quelli de' quali sono ricoperte le mura del messicano palazzo di Mitla, ravvisansi in ogni zona terrestre e nei gradi di incivilimento i più

differenti: presso i Greci ed i Romani; nel tempio del *Deus Ridiculus* a Roma, e sopra gli scudi dei Taitiani; ed in generale, ovunque una ritmica ripetizione di forme regolari lusinghi ed alletti lo sguardo. Ma queste cause, altrove da me sviluppate, sono troppo intimamente congiunte colla natura interiore delle disposizioni dell'animo nostro, perchè possano essere argomento valido abbastanza in prova della comune origine, e delle antiche relazioni dei popoli...

» I nostri interpreti, non poteron darci precise nozioni intorno all'antichità di tali vasi: ma nella maggior parte gli scheletri sunnominati, non pareva avessero più di cento anni.

» Vigè una tradizione presso i Guarequi, dalla quale rilevasi: che i bellicosi Aturei, perseguitati dagli antropofagi Caribi, rifugiaronsi sulle rocce delle cataratte dell'Orenoco; e che in questo soggiorno lugubre ed angusto, quella profuga popolazione appoco a poco si estinse insieme col proprio idioma. Probabilmente le ultime famiglie degli Aturei si spensero in tempi assai recenti; poichè (fatto singolarissimo) quando noi viaggiavamo nei Maypurè, vives ancora un vecchio pappagallo che ciangottava parole, che i Guarequi dicevano non potere intendere poichè erano nell'idioma degli estinti Aturei! . . .

» Del resto, nei siti i più dirupati ed inaccessibili delle cataratte dell'Orenoco, trovansi da pertutto delle simili catacombe.

» Noi abbandonammo la caverna al cominciar della notte, dopo avere (con grande scandalo della nostra guida) presi alcuni cranii e lo scheletro intero di un uomo avanzato in età. Uno di tali cranii fu disegnato dal Blumenbach nella sua eccellente *cranologia*. — Quanto allo scheletro, esso fu perduto sulla costa d'Africa (insieme con una gran parte delle nostre collezioni) in un naufragio in cui perì l'amico nostro, e nostro compagno di viaggio, Giovanni Gonzalez, giovine frate francescano.

» Quasi presaghi di quella trista avventura, noi ci allontanammo mesti e pensosi dalla caverna, tomba di una intera popolazione.—Era una di quelle notti fresche e serene, tanto frequenti nei paesi della zona torrida. La luna, cinta di anelli colorati, brillava nell'alto del cielo, e illuminava il lembo estremo della nebbia che, come una nube a contorni fortemente disegnati, velava la corrente spumante del fiume. — Infinita moltitudine d'insetti, diffondeva una luce fo-

sforico rossastra sulla terra coperta di piante, e la prateria da sì dolce fuoco illuminata, pareva riflettesse la immagine degli astri del firmamento. — La inerpicante bigonia, la odorosa vainiglia e la banisteria dai fiori dorati, ornavano dei lor festoni, in modo vago ma lugubre, l'ingresso della caverna; e di sopra, le fronda delle palme agitate ed ondulanti per lo spirare di un fresco venticello, mandavano un gemito, un sibilo, tristo e lamentevole. . .

» Così svaniscono le umane generazioni! Ecco come spegnesi appoco a poco il nome dei popoli anche più celebri! — Ma mentre ogni fiore dello spirito appassisce, quando le opere del genio creatore disperdonsi e periscono nel vortice dei tempi, una vita novella eternamente emerge dal seno della terra. Prodigia, infaticabile, sempre uguale a se stessa, la Natura generatrice fa incessantemente sbocciare le tenere gemme dalle piante; nè s'inqueta se gli uomini, razza perversa ed implacabile, ne distruggeranno il frutto pria della maturità ». . .

Ora riprendiamo il filo del nostro discorso sulle caverne geologicamente considerate.

I geologi non sono concordi sulla cagione che ha scavate le caverne, non altrimenti che su gran numero di fenomeni della Natura.

Attribuiscono all'azione dell'acqua che avrebbe scavato appoco a poco il sasso fino al punto d'aprirsi un passaggio.

Forse con più ragione si è creduto che delle acque cariche di acido carbonico operassero una specie di dissoluzione calcarea, della quale l'ampiezza delle caverne indicherebbe la intensità e la durata.

Vi fu perfino chi volle spiegarne la causa per l'azione di correnti gassose, vale a dire di venti sotterranei; e chi le attribuì alla dissoluzione dei sali o delle materie solubili, accolte in quantità diverse in seno ai terreni calcarei; e finalmente agli sprofondamenti degli strati o alla loro contrazione, quando dallo stato umido pel prosciugamento delle terre emerse dalle acque passarono a quello di siccità.

Ma il Parandier, che ha molto studiate le cagioni della formazione delle caverne, non ammette nessuna di queste ipotesi, senza però escluderle interamente; attribuisce la formazione di tutte le caverne alla combinazione dei seguenti ordini di fatti.

1.^o Lo stato di resistenza, di durezza o di mollezza delle di-

verse formazioni calcaree, nell'epoca degli sconvolgimenti che esse provarono, e il loro progressivo indurimento da quell'epoca.

2.^o La temperatura e la densità delle acque (cagioni della loro potenza corrosiva) nell'epoca indicata, e la diminuzione progressiva di queste proprietà nella successione dei tempi.

3.^o I sollevamenti, avvenuti innanzi e nel tempo del ritiramento delle acque, e conseguentemente le forme che questi sollevamenti han date alla superficie del suolo.

4.^o L'abbassamento progressivo del livello delle acque prima su tutta l'estensione di una contrada, quindi nelle vallate soltanto; e le frequenti ed immense alternative di questi livelli.

Comunque sia di ciò, è però vero, che la Natura ha sempre molti mezzi a sua disposizione per aggiugnere ad un dato scopo, lo che ne avverte di non generalizzare troppo. . .

Ora vogliamo alquanto discorrere delle acque sotterranee, che corrono, ingombrano, stillano da quasi tutte le caverne, ove elle vi formano fiumi, ruscelli e laghi.

Plinio il vecchio ne citò diversi esempi: l'Alfeo nel Peloponneso, il Tigri nella Mesopotamia, il Timavo non lungi da Aquileia nel paese dei Veneti: ma questo fenomeno riproducesi per così dire in tutti i luoghi, e specialmente in quelli, che essendo formati di certe rocce calcaree, son però minati in ogni senso da cavità più o meno profonde.

Le caverne un poco lunghe, sono quasi tutte percorse da un ruscello, al quale forse deono principalmente la origine: l'Humboldt che penetrò nella famosa caverna del Quacaro in America, seguì la corrente di un rivo pel tratto di 1558 piedi, ove non potè proseguire per una cascata sotterranea che incontrò.

La caverna di Adelsberga, in Carniola, è famosa per simili fenomeni: molte delle sue anle numerose superano in ampiezza le maggiori cattedrali. . .

Gran numero di fiumi sono inghiottiti dal suolo e più o meno lunghe tornano a rivedere il giorno; qualche volta sono assorbiti da letti di sabbia o di ghiaia, ma più spesso entrano in vere caverne passando sotto le montagne e ricomparendo dagli opposti fianchi. Sulle rive del mare non è raro vedere in tempo di reflusso zampillare delle sorgenti, le quali provengono da acque sotterranee scese

fin laggiù dalle eminenze vicine; ed anche dentro il mare stesso, i nocchieri hanno osservato con meraviglia sorgere con gran forza l'acqua dolce e gorgogliare fino alla superficie delle onde salse; lo che specialmente succede, ch'io qui mi ricordi, nel canale tra Cuba e Yucatan nel Mar di Colombo, e nel nostro golfo della Spezia nel Mediterraneo.

Avviene eziandio, che molti rivoletti penetrino sotterra e vi riuniscano le loro acque come farebbero alla superficie, e n'escano finalmente grossi come una riviera da incognite caverne: tale fra le altre è la origine di Sorga, che forma la fontana di Valchiusa, celebre per noi perchè argomento di canto di uno dei più melodiosi cigni della italiana poesia.

Non son rare le caverne piene di ghiaccio: non son rare quelle da cui emana vento frigido nella state e tepido nel verno: finalmente non son rare neppur le caverne dalle quali emanano arie mofetiche. La vicinanza delle montagne condannate in cima a perpetue nevi, e la grande profondità di quelli specchi, li rende suscettibili nel primo caso di conservare il ghiaccio come in una ghiacciaia artificiale, e nell'altro caso di non risentire gli effetti delle stagioni che molto dopo di quello non si manifestino alla superficie della terra; la loro esistenza poi in mezzo ai terreni vulcanici, spiega la emanazione delle mofete dalle fessure più recondite dei loro antri...

Ma noi non vogliamo dilungarci d'avvantaggio su questo argomento: ne basta avere iniziato il lettore alla cognizione del fatto, che le viscere della terra, vuote e lacere come una grande ruina, sono gravide di acque correnti e stagnanti; poichè questa cognizione ne introduce naturalmente a discorrere del fenomeno dei pozzi artesiani ed a sviluppare la teoria dei medesimi, colla quale pensiamo terminare la presente Lezione, ed insieme i nostri studi intorno alla crosta del globo.

Dicemmo più volte, che l'acqua, infiltrata sotterra o assorbita, discendendo dagli alti luoghi inverso i più bassi, trova quindi una o più uscite dalle quali facilmente sgorga formando una fonte o una sorgente. Nulladimeno frequentemente succede, che l'acqua, filtrando sul taglio di uno strato permeabile e sollevato diversi gradi dal piano orizzontale, può penetrare nel suo interno, e che questo strato di terreno trovisi posto tra due altri che non permettono al liquido

contenuto nel primo di sgorgare. Se lo strato superiore ha grande estensione, tutto il terreno da esso costituito sarà privo di sorgenti; esse naturalmente non potranno sgorgare che nel punto più basso, e sul taglio stesso dello strato nel quale l'acqua potè penetrare.

Ma se ora noi ammettiamo, che per una cagione qualunque dovuta ordinariamente al sollevamento delle montagne, questo sistema di strati permeabili e impermeabili alternati con diversa regolarità, trovisi rilevato ai suoi margini, in guisa da presentare la forma di un bacino, dovrà necessariamente succedere, che l'acqua, seguendo sempre le leggi del peso, si accolga nel sito più basso, ove rimarrà compressa, nè potrà uscire da nessuna parte.

Ora, se in tal bacino esiste uno o più fori naturali, o se l'arte ve li pratica, da essi usciranno le sorgenti, l'acqua delle quali zampillerà e si eleverà tanto più disopra al suolo, quanto maggiormente il suo punto d'infiltrazione sarà elevato. Questa spiegazione, riassume tutta la teorica de' pozzi artesiani o modanesi, i quali non sono che sorgenti zampillanti artificiali, delle quali natura mostrò in più luoghi all'uomo l'esempio, e onde la trivellazione, prodigiosamente moltiplicata in questi ultimi anni in tutti i luoghi inciviliti della superficie del globo, ha gettato un gran lume sull'origine e la distribuzione dei serbatoi delle acque sotterranee. . .

È dunque evidente, che i terreni stratificati, e quelli specialmente costituiti di letti alternativamente porosi e impermeabili, contengono gran quantità di acque, ond'è che offrono il maggior grado di probabilità di successo, quando vi s'immerga la trivella in traccia di una fontana artificiale.

Anche senza ricorrere ad altri ragionamenti, ad altre esperienze geologiche, i soli pozzi artesiani dimostrano la esistenza in certe contrade di serbatoi di acque sotterranee, laghi e veri fiumi, come dicemmo parlando delle caverne; ed eziandio ne accertano, che la forza che cagiona l'ascensione del liquido non è altro che la tensione prodotta nel serbatoio d'acqua sotterranea per la elevazione del suo livello superiore: egli è precisamente come uno zampillo d'acqua, che s'innalza ad altezza e con forza tanto maggiori, quanto il suo serbatoio è più elevato: nei pozzi artesiani la forza ascendente è qualche volta considerevolissima, e la copia dell'acqua immensa, come osservasi nel più grandioso e recente di tutti, scavato a Parigi dall'ingegnere Mulot nel piano di Grenelle.

Molti serbatoi d'acqua rinvengonsi spesso sovrapposti, e tutti sono suscettibili di produrre fontane zampillanti, come lo dimostrano le storie dei diversi trivellamenti del suolo pei pozzi artesiani; ma il più delle volte succede, che di quei serbatoi sovrapposti uno solo, il più profondo, abbia acque zampillanti, mentre gli altri a mano a mano superiori, non ne spingono che fino alla superficie del terreno, e qualche volta per i vicinissimi anche di sotto: e la ragione di ciò è tutta nel contrappeso e nel livello tra le sorgenti di quelle acque ed i fori pei quali le traonsi. . .

Nelle acque di alcuni dei pozzi artesiani scavati in Francia fu constatata la presenza di piccole anguille, riconosciute tali dal naturalista Dumèril: il qual fatto, estremamente strano in se stesso, lo diventa ancor più se riflettesi, che non conoscesi il modo di riproduzione delle anguille, e prova in tutti i casi, che le acque che alimentano i pozzi artesiani o modenesei ponno provenire, come quelle che danno nascita a certe sorgenti naturali, da fiumi sotterranei più o meno considerevoli, e che non sono tutte acque d'infiltramento.

Anche ciò che a suo luogo dicemmo parlando delle sorgenti, intorno alla intermittenza delle acque in alcune di quelle, pare omai sicuro che debba applicarsi anche ai pozzi artesiani; poichè un certo numero dei medesimi han di già manifestato strane inuguaglianze nella copia e nell'altezza delle loro acque. Quando i pozzi artesiani sono vicini ai liti, spesso il movimento della marea influisce notabilmente sul livello e l'abbondanza delle acque, le quali montano o sumentano nel tempo del flusso e si abbassano o diminuiscono nelle ore del refluxo, come avviene di molte fontane e pozzi naturali.

Il celebre Arago ha tentato spiegare con ingegnosissimo e dotto ragionamento la cagione di questo strano fenomeno; e colle parole stesse di questo eccellente fisico ultimeremo la presente Lezione.

» Se nella parete di un vaso di forma qualunque ripieno di liquido, praticasi un foro, onde le dimensioni paragonate a quelle del vaso sieno piccolissime, lo scolo che opererassi per quel foro non altererà sensibilmente lo stato iniziale delle pressioni. Due, tre, dieci pertugi, purchè nella somma dei loro orifizii sodisfino sempre alla condizione d'essere piccolissimi, lasceranno nella stessa guisa le pressioni esercitate in ciascun punto del vaso un po' distante da essi; le lasceranno nello stato d'equilibrio in cui erano quando il liquido

non avea alcun movimento. Ma supponete adesso il pertugio o i fori un poco grandi, e tutto sarà cambiato; le dimensioni che si daran loro regoleranno le pressioni in ciascun punto, e se uno dei fori diminuisce di grandezza la celerità dello sgorgo aumenterà subito pegli altri.

» Questi principi, perfettamente dimostrati dall'idrodinamica, si applicheranno senza fatica al fenomeno che ci occupa.

» Ammettiamo, che la riviera sotterranea che alimenta un pozzo artesiano, si scarichi parzialmente nel mare, o in un fiume soggetto al flusso ed al reflusso, e che ciò succeda per un'apertura un po' grande, al paragone delle sue proprie dimensioni; dietro quanto dicemmo, se questa apertura diminuisse, la pressione accrescerebbersi tosto in tutti i punti dei canali naturali o artificiali che le acque della riviera riempiono; lo sgorgamento pel foro del pozzo artesiano diverrebbe dunque più rapido, per cui il livello dell'acqua eleverebbersi nel tubo.

» Ora ognuno comprenderà, che la presenza dell'alta marea sull'apertura pella quale una riviera sotterranea si scarica, dee diminuire, pell'aumento della pressione esterna, la quantità d'acqua che potrà sgorgarsi da questa riviera in un dato tempo. L'effetto è precisamente quello che produrrebbe una diminuzione dell'orifizio; laonde la conseguenza deve esser la stessa: il flusso ed il reflusso del mare determineranno dunque un flusso od un reflusso corrispondente nel pozzo artesiano; e tale è in realtà, il fenomeno osservato nei pozzi traforati a Noyella ed a Fulham »...



PALEONTOLOGICA

LEZIONE LXXI.

DEGLI AVANZI DEGLI ESSERI ORGANATI SEPOLTI NELLE VISCERE DELLA TERRA.

La parola *paleontologia* significa *discorso degli antichi esseri* (dalle voci greche: *παλαιός palaios*, antico; *ὄν, on*, essere; e *λογος, logos*, discorso).

Ella è la storia delle prime piante e dei primi animali che vissero sul globo, le vestigie, gli avanzi dei quali trovansi oggi allo stato di fossili nei diversi letti della crosta della terra.

Quando l'uomo imprese a studiare la natura antica, fu meravigliato di rinvenire in seno alla terra corpi evidentemente attenenti al regno organico, come conchiglie, tronchi di alberi, impronte di foglie o di pesci, ossa di giganteschi mammiferi e di uccelli, scheletri di grandi rettili, uova, insetti, in una parola i numerosi avanzi di tutto il regno organico.

E quando questo fatto, del quale fu prima dubitato, rimase inconcusso, la scienza ne trasse la naturalissima conseguenza, che gli esseri organizzati esistevano alla superficie della terra ben prima che la sua crosta fosse compiuta e che, le loro spoglie erano rimaste sepolte negli strati di essa a mano a mano che questi strati si deponevano.

Allora i geologi cercarono se tutte le rocce componenti la scorza del globo contenessero simili avanzi, e riconobbero un altro grande principio della scienza, quello cioè, che le rocce non stratificate, le

rocce cristalline, che contengono grandissimo numero di minerali, sono quasi sempre sprovviste di spoglie organiche; mentre le sedimentose, le rocce cioè di origine nettunica, poverissime di minerali cristallizzati, abbondano all'opposto di avanzi, di vestigie di ogni specie di corpo organato.

Allora soltanto la geologia applicò il nome di fossile a tutti questi avanzi della vita organica e chiamò paleontologia la scienza che se ne occupa.

È chiaro, che l'argomento della presente opera, ed il piano per noi finora seguito relativamente alle scienze alla geografia accessorie, ne impedisce di parlare distesamente intorno alla paleontologia, e di descrivere tutti que' fossili, per lo studio dei quali è necessario prodigioso numero di cognizioni profonde di anatomia comparata, di mineralogia, di botanica e di chimica. D'altronde, opere classiche sono omai di pubblica ragione su quella materia, tra le quali citeremo quelle dei Brocchi, dei Cuvier, dei Deshayes, dei Buckland, dei Blumenbach, ec. ec. Il nostro discorso sulla paleontologia si limiterà dunque alla esposizione delle generali nozioni sui fossili.

Per *fossile* può intendersi qualunque corpo organizzato ad epoca indeterminata sepolto in seno alla terra, che vi si è conservato, o che vi ha lasciate non equivoche tracce della sua esistenza. Poco importa, dice il Deshayes, che il seppellimento del corpo organato dati da ieri o da secoli; egli è fossile ogni volta che trovasi in un terreno geologico. — Questo basti pella definizione della voce *fossile*, nell'accettazione geologica. Passiamo ora alle considerazioni sulla storia naturale dei fossili.

Tutti gli avanzi organici non conservansi nelle diverse materie; un gran numero di essi disfaasi senza lasciar vestigie: ma l'acqua ebbe gran parte nella conservazione dei fossili; poichè avviluppati da questo liquido faron di buon'ora sottratti alla influenza distruggitrice dell'aria e delle meteore, per cui i depositi nei quali rimasero impastati conservaronli infino al presente e per così dire eternamente.

I corpi organati fossili non si presentano sempre nel medesimo stato: altre volte trovansi liberi, sciolti negli strati delle sabbie, delle marne e delle argille, ove rinveugonsi quasi perfettamente conservati; altre volte sono legati nelle rocce solide, ed allora hanno generalmente sofferto alterazioni diverse.

Chiamasi fossile polverulento o disfatto, quello che non solo ha perduta la materia animale onde componevasi, ma che eziandio ha sofferta un'altra decomposizione, dalla quale risultò un disgregamento compiuto delle molecole e la polverulenza dello stesso corpo fossile; e se dopo il disgregamento, la soluzione operossi interamente, allora non riavviensi che l'impronta o il nucleo interno del corpo fossile.

La impronta del fossile è la rappresentazione della sua esterna superficie; e il nucleo interno, la rappresentazione di una o più cavità, se questo corpo ne ebbe: di guisa tale che ponno trovarsi riunite di un sol corpo fossile e il nucleo interno e la impronta, come per esempio succede delle conchiglie sepolte negli strati induriti; le quali furono riempiate dalla materia di questi strati, e al tempo stesso lasciarono in essa l'impronta della lor forma esteriore: dopo la solidificazione dello strato la conchiglia essendosi disciolta, ella lasciò intatto il suo nucleo interno, compreso in una cavità onde la superficie è la precisa impronta della sua forma esteriore. Successa la dissoluzione del fossile, nella cavità rimasta vuota filtrò qualche volta una materia estranea e non organata, modellandovisi in guisa da rappresentare colla maggior precisione tutte le esterne forme di quel corpo; ed il risultamento di questa operazione fu una *contro impronta*: questo fenomeno è paragonabile esattamente al lavoro di un modellatore, che da una statua o da una medaglia, ottiene un cavo assolutamente simile alla impronta al nucleo su cui è fatto. La contro impronta può esser prodotta da materie polverulente penetrate nella cavità per un meato, e quindi da un cemento agglutinate; ma spesso ella è l'effetto della infiltrazione di un succo petroso, che operasi per una specie di assorbimento, nella cavità che il corpo ha lasciata, ed in tal caso vi si rinviene una cristallizzazione confusa e qualche volta geodica.

Non bisogna confondere questo stato cristallino colla *spatificazione*, la quale non appartiene che a certi dati corpi fossili che presentano sempre la medesima struttura qualunque fossero le circostanze nelle quali sonosi trovati per diventar fossili. — Sonvi forti presunzioni per credere, che l'organizzazione propria degli animali abitatori di ciascuna specie di conchiglie, abbia avuta grandissima influenza sulla particolar qualità della forma dei cristalli che elle oggi

allo stato fossile presentano. Il Deshayes non ammette che il corpo di quei molluschi fosse prima disciolto, e poi rimpiazzato da una sostanza estranea; ma crede piuttosto, che i gusci delle conchiglie essendo porosi, lo assorbimento di un succo calcareo cristallino ha potuto produrre nel loro interno un nuovo ordine delle molecole organiche, oppure le ha per così dire ridotte in modo, che non han potuto opporsi alla cristallizzazione, ma l'hanno però determinata con forme costanti in ciascuna specie. . .

Differentissimo è lo stato di conservazione dei diversi fossili:— di alcuni sonosi conservati i veri corpi; ma in tal caso sono quasi sempre alterati, come la maggior parte dei legni, delle ligniti, il mammoth rinvenuto colla sua carne ed i suoi peli in mezzo ai ghiacci della Siberia, ec. ec.:— altri poi, impregnati come dicemmo di un succo petroso cangiarono natura, ma conservarono le loro forme con una esattezza qualche volta meravigliosa.

Talora i fossili sono interi, ed alcuni, specialmente le nicchie, han conservato in parte il loro nativo colore: tal'altra volta sono spezzati, mutilati, irriconoscibili.—Gli scheletri, composti di parti più dure, sonosi generalmente parlando ben conservati, ma è raro trovarli completi: le ossa ne sono quasi sempre disperse. Non è però che non sieno stati rintracciati anche delli scheletri interi, che anzi alcune volte si è perfino osservato nella terra in cui erano sepolti l'impronta degl'intestini di certi animali; ma il caso è rarissimo.— Anche gli escrementi fossili furono trovati in alcuni terreni sedimentosi. . .

Diverse sostanze subentrarono alla materia che costituiva i fossili quando furono sepolti; di guisa tale che, la loro natura ne rimane grandemente alterata e qualche volta totalmente cambiata: il terreno ed i fossili che contiene ponno esser formati dal medesimo minerale; ma ordinariamente succede il caso inverso.

Le due sostanze petrose che generalmente sostituisconsi ai corpi organati, sono la silice ed il carbonato di calce; ma è da notare che le materie vegetabili trasformansi piuttosto in silice che in calcareo: e questa sostituzione di sostanza successe tanto esattamente per certi tronchi d'albero, che vedonsi perfino i pori ed i minimi vasi del loro antico tessuto. Alcuni fossili animali, come echini, radiati, polipi, e certe conchiglie univalve, furono anch'essi cangiati in si-

lice: ma la cosa succede raramente pei molluschi bivalvi. — Quasi tutti i molluschi venner trasformati in carbonato di calce o sasso calcareo, e questi sono i fossili più sparsi e comuni.

Dopo queste due specie di petrificazioni le carbonose sono le più comuni ed appartengono quasi tutte al regno vegetabile: i rami, e spesso i frutti degli alberi, cangiaronsi in una materia analoga al carbone: osservasi alcuna volta, che la scorza sola ha sofferta questa modificazione.

Vi sono dei fossili (non però comuni) nei quali la materia sostituita è ferro e ferro solfurato (ora sotto la forma di pirite ordinaria , ora sotto quella di pirite bianca), è rame grigio o rame carbonato, anagonte, calce fluata, e più raramente stronziana , galena e gesso. . .

In quanto poi al giacimento dei fossili è da notare, che queste petrificazioni non sono sempre distribuite ugualmente nelle rocce: ma che al contrario, ora elle occupano uno spazio limitato nel quale sono ammassate in copia; tal altra volta formano grandi masse, che riproduconsi in spazi più o meno estesi; e succede eziandio, che la roccia non presenti che un aggregato di fossili: ma in tal caso, serbano quasi sempre un certo ordine di sovrapposizione, di guisa tale che alcuni strati del medesimo letto ne sono abbondantemente provvisti, mentre altri non ne contengono o ne van poverissimi.— E quando in uno stesso deposito sono molti letti, quello che abbiamo notato succedere negli strati di uno stesso letto riproducesi a più forte ragione in questa circostanza: talora è nella parte superiore del deposito che i corpi fossili distendonsi, e tal altra volta è negli inferiori o nel mezzo. Pare inoltre, che la chimica costituzione di certe rocce favorisse di preferenza i loro deponimenti: e alcuna volta è il grado di compattezza della roccia, che determina la maggiore o minore abbondanza dei fossili e la loro distribuzione in uno strato.

La posizione dei fossili può fornire curiose indicazioni sulla loro procedenza o sul genere di morte che gli animali subirono: le salme giacenti per piano nella direzione degli strati, sono generalmente molto compresse; i pesci rimasero colla bocca aperta, e le attitudini di tutti gli altri esseri provano che furono successivamente ricoperti da depositi che si operavano nelle acque ove i loro cadaveri

erano stati trasportati. — Gli scheletri interi indicano, che gli animali a cui appartennero viveano vicino ai luoghi nei quali sono stati trovati.

Le petrificazioni degli esseri organati, rinvengonsi a tutti i livelli: alcune sono a grande profondità nelle viscere della terra, e soventi volte s'incontrano sulle più alte montagne. — La spiegazione di questo strano fenomeno, bisogna ricercarla nel dislocamento e nello elevamento delle rocce dalle forze centrali del globo. . .

Or se noi esaminiamo questi corpi sotto il rapporto della loro posizione, vediamo, che in ragione dell'approfondarsi nella crosta del globo il cambiamento nella loro composizione fassi compiuto, e le specie gradatamente differenziano da quelle attualmente viventi: di guisa tale che ogni sistema di strati è per così dire caratterizzato da fossili di nature particolari, ed ogni volta che due sistemi trovansi posti l'uno sull'altro, quando non sieno l'effetto di un sommovimento o di un rovesciamento accidentale, sempre i fossili del sistema inferiore annunziano un ordine di cose più diverso dallo stato presente che quello del sistema superiore.

In questa guisa, gli avanzi delle specie presentemente viventi incontransi nelle parti superficiali della scorza del globo miste agli avanzi della umana industria, ossia che trovinsi sepolti nei mobili depositi del terreno vegetabile e alluviale, ossia che rinvenghansi incrostati nel piccol numero di depositi coerenti ed impietriti che formansi sotto i nostri occhi, e che coi primi costituiscono il *sistema geologico delle specie attualmente esistenti*.

In altri depositi (in quelli del *sistema degli elefanti*), che sono eziandio ordinariamente mobili, ed esistono immediatamente di sotto ai primi, trovansi vestigie ed avanzi di esseri che non appartengono alle specie ordinariamente viventi, ma che poco ne differenziano, per cui ponno pella maggior parte classarsi in generi noti, o sono da questi poco dissimili: tali principalmente appariscono gli elefanti, i rinoceronti, gl'ippopotami, gli orsi, le iene, i cavalli, i cervi, i bovi antichi, che non diversificano dalle specie degli identici generi viventi attualmente o nelle stesse regioni o sotto la zona torrida, che pella statura o per altre poco importanti circostanze: le loro ossa, i loro avanzi, non fanno per così dire che incominciare a fossilizzarsi; le parti solide degli animali, come le ossa dei vertebrati

e le nicchie dei molluschi conservano ancora parte della gelatina che entrava nella primitiva loro composizione, e si è perfino trovato nelle fredde contrade della Siberia, i cadaveri di elefanti con la carne, la pelle e perfino i peli (Riferisco qui al *mammoth* superiormente citato). . .

Negli strati immediatamente sottoposti ai precedenti depositi, gli avanzi e le vestigie degli animali onde i generi sono oggi i più comuni, diminuiscono, ed aumentano invece i fossili di quelli appartenenti a generi che omai più non esistono, come i mastodonti, i dinoteri, i lofidonti, gli antracoteri, gli zifi, ec: essi costituiscono ciò che i geologi chiamano: *sistema dei mastodonti*. . .

Negli strati disotto a quelli del detto sistema, i fossili dei generi presentemente viventi alla superficie del globo sono estremamente rari; quelli che ad essi si ravvicinano mostransi in minor copia, e la classe dei mammiferi vi è quasi interamente rappresentata dai paleoteri, dagli anaploteri, dagli sceropotami, dai dicobuni, e da altri pachidermi diversissimi dagli animali di tal genere attualmente viventi, e che non rassomigliano che a certi generi anomali, che restano in qualche guisa sulla terra come anelli di congiunzione tra gli antichi tempi e l'epoca presente.

E inferiormente a questo *sistema dei paleoteri*, più non incontransi (o rarissimamente) avanzi e vestigie di mammiferi: — ivi nulladimeno gli animali vertebrati sono ancora rappresentati da enormi rettili, come i megalosauri, i mososauri, i geosauri, i teleosauri, gl' ittosauri, gli pterodattili, onde gli uni hanno dimensioni cotanto gigantesche che superano tutto ciò che la zona torrida odiernamente ci offre di più sviluppato, e gli altri ci presentano forme stranamente diverse da quanto ne circonda nel mondo presente: di maniera tale che, se interi scheletri non avessero confermato in questi ultimi tempi gli asserti dei cultori della anatomia comparata, crederebbesi che fantastiche immaginazioni potesser sole concepire l'esistenza di simili esseri.—Questi avanzi di rettili sono accompagnati da immensa quantità di conchiglie, alcune delle quali (le ammoniti e le belemniti) differenziano tanto da ciò che attualmente esiste di quel genere sul globo, che i naturalisti ancor non concordano nel concepire come gli animali le portassero: e i vegetabili, che accompagnano questi fossili, annunziano anch'essi un ordine di cose dal pre-

sente differentissimo, il quale, se vuolsi assomigliare a qualche cosa di esistente, bisogna riferirlo alla natura dei lidi più caldi ed umidi dei mari equatoriali. — Tale è il *sistema dei terreni delle grandi lucertole* (*sauro* in greco, significa lucertola).

Finalmente, se scendesi anche più profondamente nelle viscere della terra, non più incontransi gli avanzi dei rettili, ma sibbene quelli di animali (i trilobiti) di forme ognor maggiormente differenti dai tipi organici attuali: ivi trovansi in gran copia piante che annunziano una forza di vegetazione di molto superiore a quella che oggi sviluppassi nei siti più opportuni della zona torrida, e tale vegetazione presenta specie e generi odiernamente ignoti, appartenenti quasi tutti alla classe delle criptogame vascolari, oggi così poco numerose al paragone delle fanerogame. Quale strana selva e sterile e brumosa non dovette esser quella di felci alte come le palme e di muschi diramati e frondosi come le querci antiche! . .

In mezzo a tanta abbondanza di avanzi e di vestigie di esseri organici, la paleontologia ritrova il filo e districa lo apparentemente intricato laberinto della creazione primordiale, decifera i titoli di priorità delle specie, legge le loro date relative, inizia allo studio delle *Epoche della Natura*: nulladimeno, bisogna confessarlo, essa come ogni altra scienza ha i suoi punti difficilissimi. — Eccone uno, per esempio: tra le specie perdute delle conchiglie, altre, per inconcussi caratteri, è certo che vissero nelle acque dolci, ed altre nelle salse dei mari. Concepiscesi senza difficoltà che certi depositi non contengano che delle specie appartenenti all'una o all'altra di queste due divisioni: ma la cosa difficile a spiegare si è il mescolgio delle conchiglie d'acqua dolce con quelle di acqua marina in un medesimo deposito; lochè frequente si osserva: è vero (lo dicemmo altra volta) che ordinariamente i fossili d'acqua dolce occupano la parte superiore, ma è vero eziandio (e questo pure dicemmo) che non di rado esistono molte successive sovrapposizioni e alternative delle due qualità di terreni, e in qualche luogo quest'ordine è stato constatato totalmente inverso. . .

Importa grandemente alla paleontologia di bene esaminare lo stato dei fossili, per indovinare, se è possibile, in quali circostanze rimasero sepolti; per indagare se vissero presso i luoghi nei quali trovansi le loro spoglie, o se vi furono strascinati da correnti di ac-

qua; e finalmente per constatare come potesse succedere, che esseri cotanto diversi per dimora o per abitudini, abbiano potuto riunirsi in comuni catacombe.

In alcuni di questi depositi vedesi il miscuglio più strano di ossa di erbivori e di carnivori; ma più di questi che di quelli: ed il Brongniart calcola che per nove dodicesimi sieno composti di ossami di orsi, per due altri dodicesimi di iene e per un dodicesimo soltanto componansi di ossa di altri animali. La quale abbondanza degli ossami degli orsi e delle iene, e la enorme quantità dei loro escrementi trovata in alcune caverne, ha fatto sospettare con apparenza di verosimiglianza, che anticamente questi animali abitassero quelli antri, che ivi avessero i loro covili e vi strascinassero gli animali erbivori per poterli divorare a comodo; infatti, molte di quelle ossa degli erbivori mostrano ancora la impronta delle zannate degli orsi o delle iene, mentre altre sono levigate e consunte, fenomeno che il Buckland attribuisce alla confricazione pel camminare e il rotolarsi di quelle fiere sulle ossa deposte in fondo alle caverne.

Ma a questa ipotesi si oppone il fatto del disordinato miscuglio degli ossami de' carnivori con quelli delle loro vittime; è vero, che il Buckland suppone, che queste ossa furono sconvolte dalla irruzione di una massa di acqua fangosa, che tutto avvolse nel limo: ma anche a ciò si può obiettare, che gli scheletri delle belve sorprese viventi in quella catastrofe dovrebbero essere interi, lo che non è.

Altri han supposto, che la presenza delle ossa di fiere nelle caverne, è dovuta all'istinto comune a molti animali, che sentendosi morire cercano i luoghi isolati per nascondervisi e trar l'ultimo fiato in pace; ma anche in questo caso può opporsi: perchè animali di specie cotanto diverse incontraronsi per caso nel medesimo luogo; e perchè i loro scheletri furono disfatti al punto da non trovarsene che raramente in una caverna degli interi?

Questa opinione non ha dunque probabilità di vero che pelle grotte nelle quali non osservansi che ossami di una sola specie di belve; lo che è raro: ma pur conosconsene alcune piene di ossa di orsi in tanta copia, che il Buckland ha stimata fino a cento metri cubi la massa degli ossami in esse sepolte. — Il Buckland suddetto ha notato in Inghilterra, ed il Malconsom nell'India, che gli aditi strettissimi degli antri preferiti dagli orsi antichi, sono con-

sunti e levigati pella confricazione prodotta dal continuo passaggio di questi animali.

Comunque sia di ciò, non mai queste teorie potranno spiegare la presenza delle ossa fossili dei grandi quadrupedi nelle caverne di angustissima apertura (e sono in gran numero), ove evidentemente gli animali, de'quali elle serbano gli avanzi, non han potuto penetrarvi da vivi: d'altronde, lo stato di consunzione del maggior numero delle ossa, la presenza in alcune di tali caverne di frammenti di vasellame e di fossili umani, sono altrettanti fatti che impediscono di ammettere in modo generale le spiegazioni di sopra registrate: ma tutto però naturalmente chiariscesi, ammettendo l'azione, del resto evidente, delle acque sotterranee. — Marcello di Serres ha perfettamente riassunti i motivi che autorizzano questa opinione.

La maniera onde queste ossa sono disposte, dice il detto naturalista, annunzia che vi furono portate da correnti d'acqua, e ridotte allo stato di ossa isolate: questa è la ragione per cui rinvengonsi miste e disperse nelle caverne, senza nessuna specie d'ordine: all'opposto elle mostrano indizi di un trasporto più o meno violento, poichè sono consunte come se avessero lungamente rotolato, nè mai trovansi riunite per famiglie, o avvicinate in ragione delle abitudini degli animali a cui atternero. — E come d'altronde animali viventi e interi avrebber potuto penetrare nella caverna di Lunel Vieil, la cui naturale uscita invece di esser larga abbastanza da permettere il passo a leoni, tigri, iene ed altri grandi carnivori dei quali vi si trovano le ossa, e molto meno ai bovi, cammelli e cervi, ed a tutti gli altri grandi erbivori, le cui ossa son miste a quelle dei primi, potrebbe appena esser capace al passo di un cane o di una volpe? Ed anche per ipotesi ammettendo, che ciò avesse potuto succedere (lo che non potette essere), non vedesi, che se gli erbivori servirono di pasto ai carnivori, gli uni e gli altri non dovrebbero esservi ammucchiati senz'ordine, ma al contrario riuniti per famiglie e depositi a letti successivi? Non è evidente che le ossa dei carnivori dovrebbero essere più intere di quelle degli erbivori, e per la diversa posizione delle une e delle altre nel fango dovrebbe distinguersi che i primi vi morirono naturalmente, e che i secondi furonvi strascinati per esservi divorati?

Or siccome tutte quelle ossa sono nella medesima posizione, è

naturale concluderne: che vi furono condotte da una medesima cagione, la quale pare debba essere stata generale per lo meno al bacino del Mediterraneo, ed avere agito sur una moltitudine di punti, strascinando nelle fessure e nelle cavità del suolo una quantità più o meno considerevole di ossami di quadrupedi carnivori ed erbivori con piccol numero di uccelli. E questa cagione, almeno a giudicarne dalla natura del fango indurito che impasta le ossa, dai ciottoli rotolati che vi sono misti, dalle sabbie e dalle ghiaie che ingombrano una parte delle caverne, questa cagione fu probabilmente una corrente di acqua. . .

Ma faremmo omai troppo diverso cammino da quello che dobbiamo seguire, dilungandoci d'avvantaggio intorno a questo argomento; ond'è che incitiamo coloro che amassero internarsi più profondamente in questi begli studi, a ricorrere ai trattati speciali ed alle opere dei maggiori moderni geologi, dei Cuvier, dei Deshayes, dei Serres, dei Buckland, ec. ec.; — mentre noi, detto quanto ne bastava intorno alle materie geologiche, procederemo dritti al primo scopo di questo Corso, ravvicinando i nostri studi più immediatamente alla Geografia Universale. . .

FINE DEL TOMO QUARTO.

INDICE

DEL TOMO QUARTO

DELLA

GEOGRAFIA UNIVERSALE

CONTINUAZIONE DELLA PARTE SECONDA DELLA
GEOGRAFIA UNIVERSALE, CHE COMPRENDE LA STO-
RIA NATURALE GENERALE DELLA TERRA (GEOGRA-
FIA FISICA) Pag. 5

Lettore Benevolo. » 7

METEOROLOGICA E CLIMATOLOGICA

(*Studio dell' Atmosfera delle Meteore e dei Climi.*)

LEZIONE XLIV. — Dell' Atmosfera : idee generali » 11

LEZIONE XLV. — Del Barometro e delle sue oscillazioni. » 27

*Tavole per calcolare l' altezza delle montagne mercè l' aiuto delle
osservazioni barometriche » 29*

LEZIONE XLVI. — Temperatura dell' aere » 54

Tavola delle variazioni orarie della temperatura. » 60

Tavola delle variazioni delle temperature mensili. » 62

Tavola delle variazioni del termine medio del calore annuo a Parigi » 64

Tavola delle differenze della temperatura secondo le latitudini. » 67

Tavola del decrescimento di temperatura osservato a diverse altezze » 73

*Tavola delle modificazioni della temperatura per l' altezza, nell' estre-
mità boreale della zona torrida; compilata sulle osservazioni di
Alessandro di Humboldt » 77*

*Tavola dimostrante le differenze di temperatura tra i verni e le stati
sur una stessa linea isoterma, ma a gran distanza in longitudine » 81*

NOV 25 1938

