MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES

DE CHERBOURG.

MÉMOIRES

DE LA

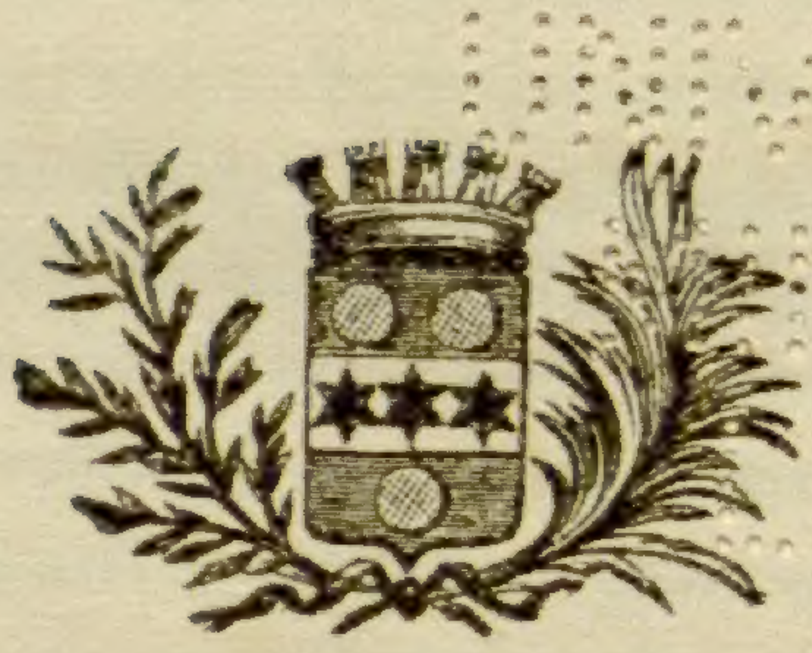
SOCIÉTÉ

DES SCIENCES NATURELLES

DE

CHERBOURG.

2e Volume.



CHERBOURG.

FEUARDENT, imprimeur-libraire, rues des Corderies et Tour-Carrée.

1854.

ESSAI

D'UNE NOUVELLE CLASSIFICATION

DES LICHENS,

Par M. le Dr W. NYLANDER,

Membre correspondant de la Société.

Omne nostrum studium modo est approximativum. FRIES.

La classification suivante des Lichens d'Europe diffère principalement des autres proposées jusqu'à ce jour, en ce qu'elle ne s'appuie sur aucun caractère isolé ou prédominant, tiré exclusivement soit du thalle, soit du fruit. C'est surtout l'enchaînement naturel des groupes et les affinités se manifestant dans l'ensemble de l'organisation, qui nous ont guidé dans cet essai d'un arrangement systématique des genres. La forme, la texture du thalle, et les différences des éléments anatomiques des organes de la reproduction, ont toujours été prises en considération et ont offert des caractères d'une valeur égale. Il arrive seulement que c'est tantôt une de ces parties qui, dans un groupe, prédomine par quelque modification essentielle; tantôt, dans un autre groupe, c'est une tout autre partie de la plante qui fournit le caractère le plus important. Le groupe des *Phylloideæ*, par exemple, se distingue de celui des *Placodeæ* surtout par la différence dans la structure et la forme du thalle; mais ces derniers ne diffèrent guère des *Nucleiferæ* que par la forme des fruits.

Jussieu 30

475261

Ainsi la similitude ou l'affinité des points les plus saillants, qu'ils appartiennent indistinctement au thalle ou au fruit, déterminent toutes nos divisions et leurs places respectives dans l'ensemble de la série des Lichens.

Sans entrer dans aucune critique des différentes classifications que possède la science, ce qui nous ménerait trop loin, nous ferons observer seulement que nous avons cru devoir abandonner l'ancienne division principale des Lichens, généralement adoptée, en *Gymnocarpes* et en *Angiocarpes*, parce que, en effet, comme l'ont déjà remarqué les auteurs, elle est moins réelle qu'il ne semble au premier abord. Tous les fruits, dans leur jeune état, présentent plus ou moins les caractères des *Angiocarpes*, et plusieurs espèces de *Lecanora* portent constamment, ou au moins dans certains états, des apothécies qui sont en apparence celles d'un *Endocarpon*. Du reste les Collémacées offrent de nombreux exemples où, dans la même espèce, les fruits se trouvent tantôt enfermés dans le thalle (*Endocarpes*), tantôt à disque étalé (*Gymnocarpes*). Cette ancienne division est par conséquent peu naturelle et peu utile.

Il paraît encore moins convenable d'attribuer avec quelques auteurs une signification exclusive aux formes des spores, ou au nombre de leurs cloisons, ou enfin, à d'autres différences, qui ne suffisent même pas toujours pour distinguer une espèce d'une autre voisine. Cependant ces caractères n'ont pas été non plus négligés dans ce petit travail; on les a signalés toutes les fois qu'il a paru important de le faire.

A l'égal des associations de formes que l'on désigne en Phanérogamie sous le nom de *Classes*, les Lichens semblent constituer aussi parmi les Cryptogames une classe particulière, se plaçant naturellement entre celle des Algues et celle des Champignons. Cette double affinité des Lichens,

d'une part avec les Algues, de l'autre avec les Champignons, se trouve exprimée, dans notre classification, par un ordre qui, plaçant les Lichens les plus développés au centre de la série, en fait descendre tous les autres groupes des deux côtés vers les degrés inférieurs de l'échelle, savoir, d'une part vers les Algues, de l'autre vers les Champignons.

Les courtes phrases diagnostiques latines ajoutées pour caractériser les groupes, contiennent quelques termes qui pourraient avoir besoin d'une explication.

Ainsi :

Thecium (*hymenium*) exprime l'ensemble des paraphyses (ou du *thalamium*) et des thèques;

Thalamium : l'ensemble des paraphyses seulement, ou du tissu qui les remplace et qui entoure les thèques;

Epithecium (*discus*) : la superficie des fruits formée par les sommités agglutinées et le plus souvent colorées des paraphyses, ou par une couche particulière de granulations superposées au *thecium*;

Mucilago hymenea : la substance gommoïde ou amyloïde très avide d'eau, qui pénètre l'*hymenium* de presque tous les Lichens; (1)

Epithallus (*Epidermis*) : la superficie colorée de la couche corticale.

Ces explications données, les autres termes employés n'offriront probablement rien d'obscur.

(1) Il faut ajouter que l'emploi de la solution aqueuse d'iode dans l'examen de ces végétaux est d'une très grande utilité, à cause des colorations variées qu'elle produit au contact surtout du mucilage hyménial. Ces colorations sont très constantes dans tous les âges des apothécies, et présentent souvent des différences très distinctes dans des cas où d'autres caractères sont difficiles ou douteux. D'autres fois le mucilage hyménial ne subit aucune coloration sous l'influence de ce réactif.

CLASSIS LICHENUM.

Fam. I. LICHINACEÆ.

Thallus obscure fuscus phycoidei aspectus, filamentosus vel cæspitose fruticulosus. Plantulæ satis parvæ. Apothecia endocarpea aut biatorina.

Trib. I. Ephebeæ.

Thallus filamentosus, granula gonima majuscula vel sparsa et quaternarie plerumque juncta vel in serie unica concatenata; structura simplicissima. Mucilago hymenea iodo e cærulescente aurantiaco rubet.

Ephebe, Fr., Born. — *Gonionema*, Nyl.

Trib. II. Lichineæ.

Thallus cæspitoso-fruticulosus e structura cellulari tenui formatus, granula gonima præcipue sub cortice zonatim disposita; filamenta nulla. Mucilago hymenea iodo non coloratur. Tribus Sphærophoreis parallela, habitu, gonidiis, spermatiis a Lichenaceis recedens.

Lichina, Ag.

Fam. II. COLLEMACEÆ.

Thallus lobato-expansus vel laciniatus vel cæspitosus, crassiusculus vel membranaceus, siccus cartilagineo-rigens, humectatus e substantia hyalina gelatinosa turgescens, in qua plerumque filamenta vage implexa et gonidia vel moniliformiter vel quaternarie distributa, rarius singulatim dispersa.

Trib. I. Collemeæ.

Thallus normaliter filamenta continens admixtis granulis gonimis. Apothecia lecanorina, biatorina vel endocarpea; coloratio mucilaginis hymeneæ iodo aut nulla aut eximie cærulea; spermatia tenuissima, brevia.

Synalissa, DR. et Mont. — *Omphalaria*, DR. et Mont. — *Collema*, Ach. — *Leptogium*, Fr. — *Obryzum*, Wallr.

Trib. II. Phylliscceæ.

Thallus fusco-ater peltatus, umbilicato-adfixus, gonidia magna pariete cellulari thallino crasso cincta, cavitates thalli gelatinoso-cornei dispersas singula implentia. Apothecia endocarpea; paraphyses propriæ nullæ, sporæ simplices, mucilago hymenea iodo vinóse rubens; spermatia filiformia. — Omphalariis accedit hæc tribus.

Phylliscum, Nyl. (*Synalissa*, Fr. S.V. Sc.)

Fam. III. MYRIANGIACEÆ.

Thallus vel potius tota planta æqualiter cellulosa, fructus haud discretus, thalamium coloratione modo obscuriore paululum a thallo se distinguens, thecas loculis sphæroideis continens; mucilago hymenea parca sporas ambiens iodo vinose dilute rubens. Species unica a me visa minuta. Thallus ejus externe niger, intus virescens, tuberculato-glomeratus, siccus molliusculus, fere friabilis. Familia hæc sequenti magis affinis quam præcedenti.

Trib. I. Myriangiceæ.

Myriangium, Mont. et Berk.

Fam. IV. LICHENACEÆ.

Thallus quam maxime varius, ut filamentosus, foliaceus, crustaceus, pulvereus vel denique nullus, raro opace fusco-atro coloratus, substantia gelatinosa nulla inter elementa ejus penetrante. Chlorophyllum gonidiorum læte viride, raro aurantiacum (chrysogonidia). Thalamium texturæ propriæ (a thallo diversæ) adest, ut plurimum e paraphysibus constitutum vel alias e strato cavitatibus modo cellularibus angustis excavato, raro ejus loco fere nonnisi mucilago hymenea copiosa obvenit paraphysiumque tantum vestigia obsoleta.

Series I. CONIOPHOREÆ.

Apothecium stipite supportatum aut ab hypothecio aut a podetio thallino formato, raro sessile. Sporæ maturæ liberæ minutæ pulverem sistentes denique denudatum, a ventis aquave disseminandæ.

Trib. I. Calicioideæ.

Thallus granulosus, squamulosus, pulvereus vel obsoletus. Hypothecium stipitatum vel sessile cupulare.

Trachylia, Fr.—*Calicium*, Ach.—*Coniocybe*, Ach.

Trib. II. Sphærophoreæ.

Podetia cortice corneo medullam e filamentis laxe intertextam includentia. Apothecia in apicibus podetiorum clavatim dilatatis recepta, vetustiora dehiscentia varieque aperta.

Sphærophoron, Pers.

Series II. CLADONIOIDEÆ.

Podetia foliola horizontaliter expansa vel graniformia gerentia, aut e crusta effusa emersa. Apothecia lecideina vel biatorina.

Trib. III. Stereocaulеæ.

Podetia solida e filamentis adglutinatis formata, gonidia in foliolis graniformibus podetiis adfixis obvenientia. Apothecia lecideina (nigra.)

Stereocaulon, Schreb.

Trib. IV. Cladoniceæ.

Podetia fistulosa e filamentis adglutinatis formata, inter quæ dispersa adsunt gonidia. Foliola thalli (ubi non deficiunt) structuræ ejusdem ac podetia. Apothecia biatorina (varie colorata).

Cladonia, Hoffm.

Trib. V. Bæomyceæ.

Thallus crustaceus proferens podetia e filamentis formata, brevia, simplicia, singula apothecio unico biatorino terminata.

Bæomyces, Pers.

Series III. INTRICATÆ.

Thallus fruticulosus vel filamentosus, ramosus, teres vel compressus (absque foliolis ullis vel crusta basali); gonidia zonatim inter radices filamentorum medullarium sub strato corticali undique disposita. Apothecia lecanorina vel lecideina.

Trib. VI. Roccellеæ.

Thallus cortice corneo tenui, medulla copiosa filamentis implexis consistens iodo addito cærulescentibus. Apothecia normaliter lecideina.

Roccella, DC.

Trib. VII. Usneæ.

Thallus ramosissimus teres, medulla externe e filamentis

laxe implexa, interne e fasciculo centrali crasso filamentorum longitudinalium adglutinatorum contexta. Apothecia lecanorina, margine plerumque ciliata, ciliis textura thalli; sporæ parvæ simplices.

Usnea, Hoffm. — *Chlorea,* Nyl.

Trib. VIII. Ramalineæ.

Medulla thalli teretis vel sæpius compressi laxa, centro interdum cava. Apothecia lecanorina, margine thallino tenui integro.

Alectoria, Ach. pr.p. — *Evernia,* Ach. — *Ramalina,* Ach. — *Dufourea,* Ach.

Trib. IX. Cetrarieæ.

Thallus rigens plerumque compressus fruticulosus vel fere foliaceus, intus filamentoso-stuppeus, superficie (epithallo) lævigatus, solito spadiceo-coloratus. Spermatia cylindrica.

Cetraria, Ach. pr.p.

Series IV. PHYLLOIDEÆ.

Thallus e fronde consistens dilatata, lobata aut stellato-laciniata (rarissime fruticuloso-cæspitosa), medulla media e filamentis laxe implexis formata, gonidia strato peculiari versus superam thalli paginam sub cortice disposita. Apothecia peltiformia vel lecanorina vel lecideina et gyrose contorta.

Trib. X. Cornicularieæ.

Thallus rigidiusculus fruticulosus (seu exceptione unica filamentosus) vel sæpius membranaceo-dilatatus, lobatus. Spermatia tenuia vel versus utrumque apicem obsolete crassiuscula vel versus alterum modo fusiformiter incrassata (tunc fusiformi-clavata forsan potissime dicenda). Tribus Cetrarieis proxima, ab iisque forte haud separanda.

Platysma, Hoffm. pr. p. — *Cornicularia,* Ach. em. char.

Trib. XI. Peltigereæ.

Frons dilatatus, strato corticali in pagina infera deficiente; apothecia peltiformia marginalia, ad paginam superam thalli aut inferam sita, vel in lamina frondis sparsa. Sporæ in illis fusiformi-cylindricæ, in his biloculares fuscæ.

Nephroma, Ach. — *Peltigera*, Hoffm. — *Solorina*, Ach.

Trib. XII. Parmelieæ.

Thallus lobatus, varie divisus aut stellato-laciniatus. apothecia lecanorina (h. e. a thallo evidentius marginata quam in tribu præcedente) vixque nisi in formis degeneratis biatorina (h. e. margine thallino non cincta).

Sticta, Ach. — *Parmelia*, Ach. — *Physcia*, Fr.

Trib. XIII. Gyrophoreæ.

Thallus dilatatus, peltatus, umbilicato-adfixus. Apothecia lecideina simplicia vel gyrose plicata.

Umbilicaria, Hoffm.

Series V. PLACODEÆ.

Thallus e crusta consistens variæ indolis (squamosa, radiata, granulosa, pulverea aut in infimis nonnumquam nulla), absque strato ullo medullari medio e filamentis laxe contexto, apothecia lecanorina, biatorina, lecideina, vel lirelliformia. Thallus raro hypophlæodes (hypoxyleus vel hypolitheus); apothecia raro thallo omni destituta vel in alieno parasitica.

Trib. XIV. Lecanoreæ.

Apothecia lecanorina.

Lecanora, Schær. (*Placodium*, DC. — *Pannaria*, Del. — *Lecanora*, Ach. pr. p.) — *Dirina*, Fr. — *Pyrenopsis*, Nyl. — *Thelotrema*, Ach. — *Phlyctis*, Wallr.

Trib. XV. Lecidineæ.

Apothecia biatorina vel lecideina.

Homalea, Nyl. — *Biatora*, Fr. — *Gyalecta*, Ach. — *Lecidea*, Fr. — *Gyrothecium*, Nyl. (*Psoram*, Flot. includens). — *Abrothallus*, DN. — *Scutula*, Tul. — *Celidium*, Tul. — *Phacopsis*, Tul.

Trib. XVI Graphideæ.

Apothecia difformia lirellina, thalamium vel e paraphysibus veris vel indistinctis formatum. Sporæ septatæ, raro simplices.

Xylographa, Fr. (salt. pr.p.) — *Opegrapha*, Humb. — *Stigmatidium*, Mey. — *Glyphis*, Ach. — *Chiodecton*, Ach. — *Arthonia*, Ach. pr. max.p. (huc quoque *Coniangium*, Fr. et *Coniocarpon*, Fr.).

Series VI. NUCLEIFERÆ.

Thallus peltatus vel crustaceus (squamosus, areolatus, granulosus, pulvereus) vel in formis inferioribus hypophlæodes (sive hypolitheus h.e. gonidiis inter particulas superficiei saxi immixtis) vel rarius nullus. Apothecia nucleiformia vel thallo inclusa vel emersa, thalamium vel paraphysibus nullis vel distinctis.

Trib. XVII. Porineæ.

Thallus crustaceus. Apothecia thallo inclusa, epithecio poriformi. Sporæ maximæ episporio crasso cinctæ, paraphyses longissimæ ramosæ. Mucilago hymenea iodo cærulescens.

Pertusaria, DC.

Trib. XVIII. Endocarpeæ.

Thallus peltatus, crustaceus, hypophlæoïdes vel nullus. Apothecia nucleo consistens in sicco pallido vel albo, peri-

thecio (hypothecio) aut concolore aut nigricante cincta. Paraphyses sæpius nullæ propriæ.

Thelocarpon, Nyl. (*Sphæropsis*. Flot.) — *Endocarpon*, Hedw. — *Thelenella*, Nyl. — *Verrucaria*, Pers. — *Limboria*, Eschw. — *Strigula*, Fr. — *Endococcus*, Nyl.

Incerti loci sunt ob apothecia mihi ignota :

Siphula ceratites, Fr., quæ forte e serie *Intricatarum; Endocarpon pulchellum*, Hook. (*Lenormandia jungermanniæ*, Del.), quod forsan *Coccocarpiis*, Pers. associandum, apothecia enim a Rev. Leighton in Ang. Lich. tab. 3, fig. 1, depicta facile ex opinione celeberrimi Tulasne (Mém. pag. 128) Sphæriæ; et *Endocarpon viride*, Ach. (*Verrucaria lætevirens*, Borr.), quod potius ad tribum Endocarpearum pertineat. — *Gomphillus calicioides* (*Bœomyces*, Del., Dub.) fungis verisimiliter adnumerandus sit.

Le genre *Gonionema* est formé par le *Collema velutinum*, Smrf. (Exs. Norv. 71), et les deux seules espèces européennes du genre *Phylliscum*, que je connaisse, sont le *Ph. endocarpoide*, Nyl. (*Endocarpon phylliscum*, Whlnb., Smrf. Exs. Norv. 58), et le *Collema Demangeonii*, Moug. et Mont. L'organisation du *Synalissa* DR. et Mont. rappelle beaucoup celle du *Paulia pullata*, Fée, qui selon nous est une Collémée.

Le genre *Cetraria*, comme nous le comprenons, contient seulement les *C. Islandica*, *aculeata* et *odontella;* le genre *Platysma*, les *Pl. cucullatum*, *nivale*, *juniperinum*, *glaucum* et *sæpincolum*; le genre *Cornicularia*, les *C. tristis*, *lanata*, *stygia* et *fahlunensis*.

Les fruits du *Siphula ceratites*, Fr. n'étant pas connus, il est difficile d'indiquer la place définitive qui doit lui appartenir dans la série; les descriptions données des apothécies de cette plante paraissent trop incomplètes et incertaines, car elles s'appliquent parfaitement aux extrémités des vieilles tiges, où pourtant le microscope ne fait découvrir ni *hymenium*, ni organes spermatifères.

Le genre *Chlorea* est constitué par l'*Evernia vulpina* Ach. (Cf. Tul. Mém. p. 27).

Le *Stercocaulon Soleirolii*, Schær., qui est un vrai *Usnea*, présente par son *habitus* des rapports avec le genre *Chlorea*.

Les *Eriothallus*, DR. et Mont. ne se distinguent pas autrement, quant à la structure du thalle, des vrais *Evernia* (par exemple, *E. prunastri* et *furfuracea*), que le *Desmazieria*, Mont. (*Ramalina homalea*, Ach.) ne diffère des *Ramalina*.

Au genre *Thelenella* appartient le *Verrucaria modesta*, Nyl. (*V. sphæroides*, Wallr.?).

NOTE

SUR LA SYNONYMIE DES

ULVA LACTUCA et LATISSIMA, L.,

SUIVIE DE QUELQUES REMARQUES SUR LA TRIBU DES

ULVACÉES,

Par M. Gust. THURET.

La plupart des algologues semblent d'accord aujourd'hui pour adopter l'opinion de MM. Agardh et Greville, relativement à la synonymie des *Ulva Lactuca* et *latissima*, L. Sous le nom d'*Ulva latissima*, ils désignent l'espèce vulgaire, à fronde plane, sinuée, que l'on trouve à peu près en tout temps et en tout lieu. Ils réservent le nom d'*Ulva Lactuca* à une espèce plus petite, à fronde sacciforme, qui qui ne se montre qu'au printemps.

Malgré tout le respect que je professe pour les deux principaux fondateurs de l'Algologie moderne, je ne puis m'empêcher de croire qu'ils se sont trompés cette fois, et qu'ils ont eu tort d'interrompre la tradition qui assignait à notre Ulve commune le nom d'*Ulva Lactuca*, L. C'est ce que je vais essayer de démontrer aussi brièvement que le comporte une discussion de ce genre.

Linné, dans le *Flora Suecica* (1), caractérise l'*Ulva Lactuca* par la phrase suivante : *Ulva Lactuca palmata prolifera membranacea, ramentis inferne angustatis.* Dans le *Species plantarum* (2), il répète la même phrase, et ajoute : *Frondes aggregatæ, membranaceæ, pallidæ, palmatæ : segmentis singulis iterum in frondes palmatas multifidas, undatis, oboratis, obtusis, pellucidis.*

Pour tout botaniste qui connaît les deux plantes dont je parle, il ne peut y avoir de doute, ce me semble, que la phrase de Linné s'applique beaucoup mieux à l'espèce vulgaire qu'à la plante plus rare figurée par M. Greville (3). D'ailleurs le synonyme de Dillen (4), cité par Linné à la suite de la phrase que je viens de transcrire, suffit pour trancher la question. Je ne parlerai point de la planche de l'*Historia Muscorum* ; car j'avoue qu'elle me paraît tellement informe qu'on peut la rapporter à ce que l'on voudra. Mais je trouve

(1) Ed. 2ª, 1755.

(2) Ed. 2ª, 1762. — Par une faute d'impression que M. Agardh a déjà signalée (Sp. Alg., p. 409), le nom de *Lactuca* est remplacé ici par celui de *labyrinthiformis*, qui se trouve répété deux fois.

(3) *Scott. cryptog. Flora,* Vol. VI, pl. 313.

(4) *Tremella marina vulgaris, Lactucæ similis. (Historia Muscorum,* p. 4, tab. VII, fig. 1.)

dans le texte de l'auteur anglais ces mots décisifs : *Longitudine pedali et longiore, foliis plus minusve latis, varie sinuosis et laciniatis nulla certa figura, Lactucam tamen satis bene, de longinquo maxime, referentibus.* Il me paraît évident que cette description ne convient qu'à notre Ulve commune, et je ne comprends point par quelle préoccupation d'esprit M. Greville a pu dire qu'elle s'appliquait beaucoup mieux à son *Ulva Lactuca* (1).

Au reste la tradition générale vient à l'appui de l'opinion que je soutiens. Car tous les auteurs postérieurs à Linné, jusqu'à MM. Agardh et Greville, ont toujours attribué le nom d'*Ulva Lactuca*, L., à l'espèce qui couvre nos rivages. Aucun d'eux ne semble avoir connu la plante de M. Greville, qu'ils confondaient probablement avec une des formes de l'espèce ordinaire.

Voyons maintenant ce que peut être l'*Ulva Latissima*, L.

Linné caractérise cette espèce en ces termes (2) : *Ulva latissima oblonga plana undulata viridis. Membranacea est, longissima et latissima.*

Ici une première difficulté se présente. L'*Ulva latissima* de l'herbier de Linné n'est autre chose que le *Laminaria saccharina* (3). Faut-il ne voir dans cette circonstance qu'une erreur d'étiquette, ou devons-nous admettre que la phrase de Linné s'appliquait réellement à une Laminaire?

(1) Loc. cit.

(2 *Flora Suecica*, Ed. 2a. La même phrase est répétée dans le *Species plantarum*.

(3 Voy. Turner, *Fuci*. Vol. III, p. 70, 72; et Greville, *Algæ Britannicæ*, p. 172.

Plus d'un motif, je crois, pourrait être allégué à l'appui de cette seconde hypothèse, quelque bizarre qu'elle paraisse d'abord. Néanmoins, comme tous les auteurs postérieurs à Linné se sont accordés à ranger son *Ulva latissima* parmi les véritables Ulves, je me conformerai à la tradition reçue.

Cherchant donc à déterminer à quelle espèce se rapporte la phrase Linnéenne, je ferai remarquer que les épithètes *longissima* et *latissima* ne peuvent convenir à notre Ulve commune, tandis qu'elles s'appliquent très bien à une forme particulière qui se développe dans les eaux vaseuses à l'entrée des ports, et qui atteint des dimensions souvent gigantesques. Cette plante est abondante à Cherbourg, sur la plage qui s'étend depuis le port militaire jusqu'à la jetée de l'ouest; mais je ne l'ai pas rencontrée dans les autres parties de la rade, où elle est remplacée par le véritable *Ulva Lactuca*. MM. Crouan l'ont trouvée également à l'entrée du port de Brest, où elle forme des expansions d'un mètre cinquante centimètres de longueur sur cinquante centimètres de largeur (1). Il en existe dans l'herbier de Bory de Saint-Vincent quelques échantillons recueillis par ce savant dans la Zélande, et dont l'un mesure environ un mètre de long sur quarante-cinq centimètres de large. Plusieurs de ceux que j'ai récoltés à Cherbourg, ont une dimension plus considérable encore. Cette plante remarquable ne semble pas avoir été connue de M. Greville, et M. Harvey n'en fait non plus aucune mention. Il n'est pas douteux cependant qu'elle ne se retrouve dans une foule de localités analogues à celles où nous la récoltons en France. M. Areschoug décrit un *Ulva latissima*, qui abonde, dit-il, sur les côtes de Suède, et qu'il regarde comme étant sans

(1) Algues marine du Finistère, 3e volume, n° 390.

nul doute l'espèce de Linné : or, la description qu'il en donne convient parfaitement à notre plante (1).

Quant à la valeur spécifique de l'*Ulva latissima*, j'avoue qu'elle me paraît très douteuse. La forme de la fronde, sa consistance, sa couleur, la dimension des cellules qui la composent, la forme et la nature du point d'attache ne m'ont offert que des caractères incertains et peu constants, qui se retrouvent également variables, dans diverses formes de l'*Ulva Lactuca*. Je ne connais qu'une marque bien précise pour la distinguer de celle-ci, c'est son énorme grandeur; car jamais les plus grands échantillons d'*Ulva Lactuca* récoltés sur le rivage de la mer ouverte, n'approchent des dimensions que j'ai citées plus haut. Mais ce caractère suffit-il pour différencier spécifiquement nos deux plantes? Je ne le pense pas. On peut, avec assez de vraisemblance, attribuer le développement inusité de ces larges frondes à ce qu'elles croissent dans des lieux plus abrités, dans des eaux plus tranquilles. Peut-être même l'influence des eaux vaseuses y est-elle pour quelque chose. Je suis donc disposé à suivre l'opinion de De Candolle, qui, dans la Flore Française (2), a réuni les deux espèces, et je crois qu'on peut regarder l'*Ulva latissima* comme une simple forme locale de *l'Ulva Lactuca*.

Il me reste à examiner la plante décrite par MM. Agardh et Greville sous le nom d'*Ulva Lactuca*. J'ai déjà dit qu'on ne trouvait dans les anciens auteurs aucune description applicable à cette espèce. M. Agardh paraît être le premier

(1) *Phyceæ Scandinavicæ*, p. 186.
(2) Tome II, p. 9.

qui l'ait distinguée de l'Ulve commune. Mais c'est surtout à M. Greville qu'appartient le mérite d'en avoir bien saisi les caractères et de l'avoir fait connaître par une bonne figure et une descriptipn très exacte. Je suis surpris seulement que l'illustre algologue Anglais, qui admettait le genre *Enteromorpha* pour les Ulves à fronde tubuleuse, n'ait point remarqué que son *Ulva Lactuca* rentrait nécessairement dans cette division. En effet cette plante forme, quand elle est jeune, un petit sac parfaitement clos, qui se rompt plus tard et se déchire en lambeaux irréguliers. Etalés sur le papier, ces lambeaux simulent une fronde plane; mais ils ne sont composés que d'une seule couche de cellules, tandis que dans les Ulves proprement dites, la fronde est formée de deux couches de cellules étroitement appliquées, et ne présente point la structure tubuleuse. Je reviendrai tout-à-l'heure sur les caractères des genres que l'on peut établir dans les Ulvacées. Mais ce que je viens de dire suffit, ce me semble, pour montrer que la plante en question doit être rapportée au genre *Enteromorpha*, tel que les algologues l'admettent aujourd'hui.

Voici, conformément à cette manière de voir, comment j'établirai la synonymie des trois plantes dont je viens de parler.

ULVA LACTUCA, L.

Ulva Lactuca, Roth, *Catalecta botanica*, Fascic. 1, p. 206. — Wulfen, *Cryptogama aquatica*, p. 3. n° 4. — De Candolle, Flore Française. T. II. p. 9. — Smith, *English Botany*, Tab. 1551. — Esper, *Icones Fucorum*, Ulva, Tab. III. — Lyngbye, *Tentamen Hydrophyt. Danicæ*, p. 30. — Bory de St-Vincent, Hydrophyt. de la Coquille, p. 188, 189 (Ulva umbilicalis et Lactuca).

Ulva Lactuca, Lamouroux ! Gaillon ! (ex speciminibus authenticis in herbario Boryano asservatis.)

Ulva latissima, γ umbilicalis et δ palmata, Agardh, *Species Algarum*, vol. I, p. 408, 409; *Systema Algarum*, p. 189.

Ulva latissima, Greville, *Algæ Britannicæ*, p. 171. — Harvey, *Manual of British Algæ*, p. 170; Ed. 2a, p. 216; *Phycologia Britannica*, Tab. CLXXI.

Ulva stipitata, Areschoug, *Phyceæ Scandinavicæ*. p. 185?

Phycoseris gigantea, Kützing, *Phycologia generalis*, p. 298; *Phycologia Germanica*, p. 245; *Species Algarum*, p. 476.

Exsiccata : Jurgens, *Algæ aquaticæ*, Decas octava, n° 5 (Ulva Linza) — Desmazières, Plantes cryptogames du nord de la France, Fascic. 1, n° 7 (Ulva Lactuca). — Lloyd, Algues de l'ouest de la France, n° 24 (Ulva latissima). — Crouan, Algues marines du Finistère, 3me volume, n° 387 (Ulva latissima). — Hohenacker. *Algæ marinæ siccatæ*, Erste Lieferung, n° 13 (Ulva Lactuca).

β. LATISSIMA, D.C. (loc. cit.)

Ulva latissima, L. — Roth, *Catalecta botanica*, Fascic. 2, p. 245, et Fasc. 3, p. 326. — Wulfen, *Cryptogama aquatica*, p. 4, n° 6. — Esper, *Icones Fucorum*, Ulva, Tab. I. Agardh, *Species Algarum*, Vol. I, p. 407 (excl. var); *Systema Algarum*, p. 188. — Bory, Hydrophyt. de la Coquille, p. 188. — Areschoug, *Phyceæ Scandinavicæ*, p. 186.

Phycoseris myriotrema, Lenormand in Kützing, *Species Algarum*, p. 477.

Lattuga marina, Ginanni, *Opere postume*, p. 24, Tab. XXIII (1).

Exsiccata : Jurgens, *Algæ aquaticæ*, Decas sexta, n° 2 (Ulva latissima). — Wyatt, *Algæ Danmonienses*, vol. I, n° 33 (Ulva latissima). — Desmazières, Plantes cryptogames de France, Fascic. 18, n° 852 (Ulva myriotroma). — Crouan, Algues marines du Finistère, 3me volume, n° 390 (Ulva rigida (2).

(1) Cette figure est si grossière que je ne la cite qu'avec doute et sur l'autorité de M. Agardh (Sp. Alg. 1, p. 407.)

(2) L'*Ulva rigida*, Ag. (Sp. Alg. 1, p. 410, n° 6) est une espèce très différente par sa consistance, sa forme, etc. Il suffit au reste de lire ces mots dans la description de M. Agardh, *Ulvâ latissimâ multo minor*, pour s'assurer qu'elle n'a point de rapport avec notre plante.

ENTEROMORPHA GREVILLEI, Nob.

Ulva Lactuca, Agardh, *Species Algarum*, Vol. I, p. 409; *Systema Algarum*, p. 189. — Greville, *Scottish cryptogamic flora*, Vol. VI, Tab. 313; *Algæ Britannicæ*, p. 172.— Harvey, *Manual of British Algæ*, p. 170; Ed. 2a p. 216; *Phycologia Britannica*, Tab. CCXLIII.—Kützing, *Phycologia generalis*, p. 296; *Phycologia Germanica*, p. 244; *Species Algarum*, p. 474. — Montagne, Flore d'Algérie, p. 151. — Areschoug, *Phyceæ Scandinavicæ*, p. 188.

Exsiccata : Lloyd, Algues de l'ouest de la France, n° 13 (Ulva Lactuca). — Crouan, Algues marines du Finistère, 3me volume, n° 386 (Ulva Lactuca),

---

II.

Je ne crois pas devoir terminer cette note sans expliquer pourquoi je n'adopte point la nomenclature proposée pour les Ulves par M. Kützing. Dans le *Phycologia generalis* de cet auteur, on trouve ces plantes réparties entre trois familles différentes, et ce démembrement d'un groupe si

naturel paraît d'autant plus extraordinaire que chacune des trois familles renferme des genres qui n'ont avec les Ulves aucune ressemblance. L'auteur a un peu amélioré cette étrange classification dans son *Species Algarum ;* mais il continue à séparer les Ulves en deux familles, savoir, les Ulvacées, qui comprennent les genres *Merismopœdia*, *Prasiola* et *Ulva*, et les Entéromorphées, qui se composent des genres *Phycoseris*, *Enteromorpha* et *Physodictyon*. Or, comme le genre *Phycoseris* renferme les *Ulva Lactuca*, *Linza*, *rigida*, etc., il en résulte cette conséquence singulière, que les Ulves proprement dites, celles que tous les auteurs s'accordent à désigner sous ce nom, non seulement n'appartiennent plus au genre *Ulva*, mais ne font plus même partie de la famille des Ulvacées ! Malgré le grand mérite des travaux de M. Kützing, je doute que les algologues soient tentés d'admettre ces inutiles bouleversements de la nomenclature et ces bizarreries de classification, qui rendent l'emploi de ses ouvrages si pénible, et qui trop souvent, il faut bien le dire, ne sont basés que sur des théories erronées ou des observations incomplètes. En ce qui concerne les Ulves, je suis d'autant plus loin d'être d'accord avec l'auteur Allemand, que j'envisage ce groupe sous un point de vue entièrement différent du sien. En effet, les Ulvacées doivent former, à mon sens, une petite tribu dans la grande famille des Algues Zoosporées, section des Chlorosporées (1). Cette famille est caractérisée, comme son nom l'indique, par des corps reproducteurs doués de mouvements spontanés. Je ne puis donc y admettre les *Prasiola*, qui ne présentent point ce mode de reproduction, et qui n'ont d'ailleurs point d'analogie réelle avec les Ulves, comme M.

(1) Voy. mes Recherches sur les zoospores des Algues.

Jessen l'a suffisamment démontré (1). Quant aux *Merismopœdia*, l'examen de quelques espèces marines et d'eau douce m'a convaincu depuis longtemps que ce genre appartenait aux Nostochinées. Je ne puis rien dire du *Physodictyon*, qui m'est absolument inconnu. Ces éliminations faites, il ne restera dans les Ulvacées que des plantes à frondes vertes, planes ou tubuleuses, formées d'une ou de deux couches de cellules juxtaposées, qui tantôt s'élargissent en expansions foliacées, tantôt s'allongent en filaments confervoïdes. Chacune de ces cellules renferme une masse de chlorophylle, qui, à un moment donné, se convertit en nombreux zoospores. Ceux-ci sont, comme dans la plupart des Chlorospermées, de forme ovoïde-allongée, d'une longueur d'un à deux centièmes de millimètre; leur rostre porte deux ou quatre cils un peu plus longs que le zoospore lui-même. C'est dans ces corpuscules, pour le dire en passant, que j'ai observé la plus longue durée de mouvement qu'il m'ait été donné de constater chez les zoospores des Algues. J'ai vu les zoospores de l'*Enteromorpha Grevillei*, que j'avais déposés sur des lames de verre pour en étudier la germination, se mouvoir encore au bout de six jours : ce n'était plus, il est vrai, comme dans les premiers temps, un mouvement de translation rapide, mais une sorte de trépidation intermittente, qu'ils effectuaient sans changer de place, comme si leurs cils eussent été agglutinés à la lame de verre.

Les caractères que j'assigne à la tribu des Ulvacées ne répondent pas complètement à ceux qu'on est dans l'usage d'attribuer à ces plantes. Ainsi je ne mentionne point les « spores quaternées », dont parlent la plupart des auteurs, mais qu'on chercherait vainement dans la nature; car elles n'existent point chez les véritables Ulves, et ne se trouvent

(1) *Prasiolæ generis Algarum monographia.*

que dans les Porphyrées (*Porphyra, Bangia*), qui appartiennent à une famille très différente : ces plantes n'ont avec les Ulves qu'une ressemblance apparente, tandis que par leurs tétraspores et leurs anthéridies elles se rapprochent évidemment trop des Floridées pour qu'on puisse les exclure de ce groupe, dont elles représentent le type le plus dégradé. Jamais je n'ai observé dans les Ulves proprement dites d'autres corps reproducteurs que les zoospores, et jamais ceux-ci ne m'ont présenté la disposition quaternaire. Quant aux spermaties brunes (*spermatia fusca*) que signale M. Kützing, j'avoue que j'ignore absolument ce que ce peut être, et je crois que tous les algologues partagent mon ignorance sur ce point. N'ayant pu réussir, malgré de fréquentes recherches, à découvrir ces organes, je suis réduit à supposer que M. Kützing a pris pour des corps reproducteurs des productions étrangères à la plante, ou peut-être, comme le pense M. Jessen, quelque altération du tissu.

Voici quels sont les genres qui ne paraissent devoir être rapportés aux Ulvacées, et les caractères qui les distinguent :

Ulva. Frons plana, simplex aut varie lobata, duobus cellularum stratis arcte appositis in laminam plus minusve undulatam expansis constans. Cellulæ rotundo-angulatæ in membranam areolatam conjunctæ (*Ulva Lactuca*, L.; *U. rigida*, Ag.; *U. Linza*, L., etc.)

Enteromorpha. Frons cava, simplex aut ramosa, unico cellularum strato, in tubum ant saccum plus minusve compressum elongata, constans. Cellulæ rotundo-angulatæ in membranam areolatam conjunctæ. (*Enteromorpha intestinalis*, Link; *E. compressa*, Grev.; *E. ramulosa*, Hook., etc.)

Monostroma. Frons plana aut saccata, simplex aut lacerato-lobata, unico cellularum strato constans. Cellulæ subrotundæ (sæpius quaternatæ) in membrana homogenea nidulantes. (*Monostroma bullosum*, Nob. = *Ulva bullosa*, Roth; *M. oxycoccum*, Nob. = *Ulva oxycocca*, Kütz.)

Le genre *Ulva*, tel que je l'admets avec presque tous les auteurs modernes, répond au *Phycoseris* de M. Kützing.

Le genre *Enteromorpha*, adopté aujourd'hui par la plupart des algologues, n'est pas à l'abri de toute critique. D'une part, la structure cellulaire est absolument la même dans ce genre que dans le précédent, et le caractère tiré du dédoublement de la membrane, qui forme une fronde creuse dans les *Enteromorpha*, tandis que ses deux parois sont soudées en une seule lame dans les *Ulva*, ce caractère, si précis en apparence, perd beaucoup de sa valeur quand on compare l'*Ulva Linza*, où les deux couches sont à peine cohérentes, avec l'*Enteromorpha compressa*, où elles sont assez rapprochées pour donner naissance à une fronde plane ou comprimée. D'autre part, les diverses espèces d'*Enteromorpha* sont loin de présenter cette uniformité de port, qui dénote un genre vraiment naturel. Quand on met en regard la fronde confervoïde de l'*E. erecta*, par exemple, et les larges expansions de l'*E. intestinalis*, on éprouve une certaine répugnance à réunir sous le même nom générique deux plantes aussi disparates. Néanmoins les essais qu'on a faits pour modifier les caractères du genre ou pour établir des coupes nouvelles, ne me paraissent pas avoir été heureux. M. J. Agardh a proposé de ne laisser dans les *Enteromorpha* que les espèces dont les cellules sont disposées en séries longitudinales (1). Mais ce caractère ne s'appliquerait guère

(1) *Algæ maris mediterranei*, p. 15.

qu'à l'*E. percursa*, espèce qui a été élevée au rang de genre par M. Areschoug sous le nom de *Tetranema* (1), dont M. Kützing avait déjà admis plusieurs formes comme espèces distinctes parmi ses *Schizogonium* (2), et que bien plus anciennement encore Bory de Saint-Vincent avait prise pour type de son genre *Percursaria* (3). Malgré toutes ces autorités, je dois dire que l'étude des échantillons de cette plante que j'ai récoltés, et qui se rapportaient parfaitement bien à la figure donnée par M. Harvey (4) ainsi qu'aux échantillons du *Conferva dissiliens* de Jurgens (5), ne m'a montré aucun caractère qui pût motiver la séparation de cette espèce d'avec les autres *Enteromorpha* filamenteux. Je crois donc qu'il faut se contenter d'admettre le genre *Enteromorpha*, basé, comme le propose M. Montagne (6), sur le dédoublement normal et constant de la fronde, joint à la ramification de la plupart des espèces, quoique ces caractères soient peu satisfaisants dans certains cas.

Le genre *Monostroma*, que je propose pour quelques Ulves à fronde composée d'une seule couche de cellules, répond en partie au genre *Ulva*, tel que l'admet M. Kützing. Il se distingue nettement des deux précédents par la nature de son tissu. Ce n'est plus, comme dans les *Ulva*, et les *Enteromorpha*, une membrane à structure parenchymatique, c'est-à-dire formée de cellules polygonales, à parois bien

(1) *Phyceæ Scandinavicæ*, p. 192.
(2) *Phycologia generalis*, p. 246.
(3) Dictionnaire classique d'Histoire naturelle, tome 13, p. 206.
(4) *Phycologia Britannica*, Tab. CCCLII.
(5) *Algæ aquaticæ*, Decas decima sexta, n° 6. — Ce numéro est cité par M. Agardh pour son *Solenia percursa* (*Systema Algarum*, p. 187.)
(6) Voyage de la Bonite, Cryptogamie, p. 3.

nettes, réunies en un tissu serré. Ici nous trouvons des cellules arrondies, plus ou moins écartées, souvent disposées en groupes quaternés, à parois peu distinctes, plongées dans une membrane incolore homogène. Je comprends dans ce genre l'*Ulva bullosa*, Roth, dont M. Kützing fait, à tort selon moi, un *Tetraspora*. J'ai déjà fait remarquer ailleurs que les *Tetraspora*, les *Gonium*, les *Volvox*, le *Protococcus pluvialis*, les *Diselmis*, etc., constituaient un groupe particulier, qui présentait des caractères d'animalité trop prononcés et trop permanents pour qu'on pût le ranger parmi les véritables Algues. La doctrine contraire semble prévaloir aujourd'hui. Cependant, sans vouloir nier l'évidente connexion qui existe entre ces productions ambigües et les Algues Zoosporées, je persiste à penser qu'elles sont liées par des affinités plus réelles à certains infusoires colorés en vert, comme les Euglènes, dont il me paraît impossible de contester l'animalité. Dans les uns comme dans les autres la reproduction s'opère par division fissipare, tandis que dans les Algues Zoosporées le corps reproducteur ou zoospore germe, c'est-à-dire se développe en un tissu semblable à celui de la plante dont il est sorti. Or, pour en revenir à l'*Ulva bullosa*, j'ai vu germer les zoospores de cette espèce, et je ne puis douter par conséquent que ce soit une véritable Ulvacée.

Je crois pouvoir aussi rapporter au même genre une Algue que j'ai récoltée plusieurs années de suite dans les marais de l'embouchure de la Saire. Elle est voisine de l'*Ulva oxycocca*, Kütz., mais facile à distinguer par sa couleur plus pâle, sa consistance moins tenace, sa fronde lacérée, à bords élégamment découpés, enfin par l'épaisseur de la membrane dans laquelle sont plongées les cellules. Cette plante flotte dans les flaques d'eau saumâtre, qui baignent les touffes d'*Obione portulacoides*, et se trouve

mêlée avec les *Bostrychia* et autres Algues qui se plaisent dans ces sortes de localités. Voici ses caractères :

Monostroma laceratum, Nob. Fronde natante, pallide-viridi, tenera, plana, undulata, 3-6 pollices longa, 2—3 pollices lata, varie et irregulariter lacerata, pertusa, margine crispo subtiliter crenulato ; cellulis sæpius geminatis, in sectione transversali rotundis, insuper visis subangulatis, in membrana hyalina diametro cellularum duplo crassiore nidulantibus.

MALADIE DE LA VIGNE.

OBSERVATIONS

FAITES PENDANT LES ANNÉES 1851, 1852 ET 1853,

EN FRANCE, EN SUISSE, DANS LES ÉTATS SARDES,

EN LOMBARDIE ET EN ALLEMAGNE,

Par M. Ad. CHATIN,

Professeur à l'Ecole de Pharmacie, correspondant de la Société.

J'ai l'honneur de présenter à la Société des Sciences naturelles de Cherbourg, un résumé des observations que j'ai faites sur la maladie de la vigne. Ces observations, qui comprennent d'ailleurs plusieurs essais de vérification des moyens proposés dans le but de prévenir ou de combattre la maladie, ajoutent des faits assez nombreux à ceux qui ont été rapportés par MM. Payen, de Mortemart de Boisse, Guérin-Menneville, Pépin, Bouchardat, de Vergnette-Lamotte, L. Leclerc, L. Oudart, etc., sur l'action de la chaleur et de l'humidité.

J'ai vu la maladie frapper la presque totalité des vignobles dans la France méridionale, le Piémont, la Lombardie et la côte de Trieste, tandis qu'elle atteignait seulement les fins raisins de table du nord de la France, de la Savoie, de la Suisse et de l'Autriche. Sur des lignes de plusieurs centaines de lieues, je n'ai pas vu, dans le nord de l'Europe, un seul vignoble dont la récolte fût compromise, et dans le midi, un seul dont la récolte fût préservée. Quand je me dirigeais en ligne droite du nord au sud, puis du sud au nord; je consta-

tais que dans le premier cas le désastre allait en s'aggravant, tandis que dans le second, l'*Oïdium* devenait de plus en plus rare, jusqu'à ce qu'il disparût, ce qui arrivait toujours un peu avant la limite des cultures de la vigne. D'où je conclus « *le développement de la maladie est subordonné à la latitude des lieux.* »

Lorsque, dans une contrée ou à une latitude donnée, je m'élevais des vallées ou des plaines basses vers les régions alpines, je voyais la maladie spéciale aller en diminuant jusqu'à ce qu'il n'en restât aucune trace; ce qui se présentait toujours quand je me rapprochais des limites des vignobles. De ces faits, que j'ai vus se reproduire uniformément : en France, dans les Cévennes et le Jura; en Suisse et en Piémont, aux passages du mont Cenis, du Saint-Bernard, du Simplon, du Splügen, des cols de Tende et de la Bochetta; en Autriche, sur plusieurs points de la traversée des Alpes Juliennes situés entre Trieste et Graëtz, — découle cette seconde conclusion : « *que le développement de la maladie du raisin est subordonné à l'altitude des lieux.* »

Mais, soit que l'on s'avance vers les latitudes méridionales, soit que l'on descende des montagnes dans les vallées, la température s'élève; d'où enfin cette déduction appuyée à la fois sur la latitude et l'altitude des lieux : « *l'abaissement de la température limite le développement de la maladie.* » L'observation des vignobles situés dans un même pays, aux expositions sud et nord, confirme d'ailleurs cette déduction, ainsi que je l'ai observé dans les vallées de l'Isère, du Rhône et de la Doire-Buttée, où les *meilleurs crus* ont été les plus frappés.

Relativement à l'humidité, j'ai vu le mal s'accroître avec celle-ci, notamment dans la belle plaine de Tullins (Isère), dans la France méditerranéenne, aux îles de Ré et d'Oléron, sur les bords des lacs Majour, de Genève, de Côme et de

Gorda, dans les plaines irriguées ou coupées de rizières du Piémont et de la Lombardie. Sur la question de savoir si c'est *l'hiver ou l'été* qui développe la maladie, je suis porté à admettre que les hivers doux, au lieu d'en produire le principe le *conservent*, tandis que l'été le *développe*. Je signale aux agronomes l'expérience suivante comme propre à résoudre la question :

1° Choisir des cépages atteints de la maladie l'année qui vient de finir, et les transporter au printemps dans une localité où la maladie n'atteint pas les mêmes cépages. Il est bien certain que si, la maladie continuant de sévir sur le point d'où les cépages auront été enlevés, elle les abandonne dans la contrée où on les aura transportés, c'est qu'elle ne sera pas due à une altération de la plante déterminée par l'hiver lui-même.

2° Faire la contre épreuve de l'expérience précédente en portant, au printemps, des cépages d'une localité où ils n'ont pas été attaqués par l'*Oïdium*, sur un point où la maladie est répandue. (1)

Les cépages que j'ai trouvés le plus endommagés sont, avec les Chasselas, les Muscats et les Malvoisies, objet de cultures importantes à Sierre-en-Valois, aux environs d'Aoste et surtout dans le midi de la France. La délicatesse de ces cépages n'avait pas, on le sait, échappé à M. Bouchardat.

La nature des *terrains* me paraît n'avoir qu'une influence très secondaire. La maladie s'est en effet montrée sur les granites du Beaujolais, des côtes du Rhône et de la Lozère, sur les basaltes de la Drôme et de l'Ardèche, sur les phyllades de l'Anjou, le groupe carbonifère de Saint-Etienne, les

(1) Les résultats seront plus concluants si les expériences sont faites avec des plantes en pot, qui n'auront pas à supporter les effets de la transplantation.

marnes irisées de la Meurthe, du Jura et de l'Hérault, les schistes et les calcaires liasiques de l'Isère, de la Savoie, du val d'Aoste et du midi de l'Allemagne, sur les calcaires jurassiques inférieurs et les gypses métamorphiques de Coni à Nice, sur les oolithes de la Bourgogne, sur la craie verte de la Guienne et de l'Angoumois, sur la craie blanche de Paris, du nord de la Bourgogne et de la Champagne, sur les formations tertiaires de Paris, de la Provence, du Languedoc, de l'Italie et de l'Autriche, qu'elles fussent marines ou d'eau douce, et représentées par des calcaires purs ou mêlés de silice, par des gypses, par des grès ou par les molasses, sur le diluvium alpin et les alluvions plus modernes des vallées de l'Isère, du Rhône, du Rhin, du Pô, etc. Et quand, dans une même région, des terrains de nature diverse étaient contigus, comme les schistes, les calcaires jurassique, néocomien et tertiaire, les molasses, le diluvium et les alluvions modernes dans la vallée du Graisivaudan, le val d'Aoste, le Valais, et sur les contre-forts des Apennins, il n'y avait entr'eux aucune différence notable, pourvu que les conditions d'humidité et d'exposition restassent les mêmes.

Ayant vu les vignes très basses de la Provence et du pays d'Aunis fort gravement atteintes, je ne puis admettre l'influence toute puissante qu'exerceraient, suivant quelques observations, le degré d'élévation des treilles et des hautains. Je suis, toutefois, porté à croire que les grappes *appliquées sur le sol* peuvent être préservées par la couche de terre qui vient à recouvrir leurs grains, et je regarde comme rationnel le conseil donné par M. Robouam et par M. L. Oudard, de coucher les vignes dans de *grandes herbes*, celles-ci, qu'on choisirait, avec M. Pépin, parmi les moins épuisantes, ayant pour effet d'absorber le calorique pendant le jour et de diminuer le refroidissement pendant la nuit.

Les expériences que j'ai faites, à Paris, sur des chasselas et des morillons hâtifs plantés dans un sol calcosiliceux, m'ont conduit aux résultats suivants :

Provignage, conseillé par M. Bouchardat : bons effets sensibles.

Incision des pieds : non réussite.

Taille automnale : non réusssite.

Taille tardive : non réussite.

Taille nulle : non réussite.

Sels alcalins (carbonates, sulfates, phosphates, nitrates et chlorhydrates de potassse, de soude et d'ammoniaque) : non réussite.

Sels terreux (carbonates et sulfates de chaux et de magnésie) : non réussite.

Lait de chaux : action faible.

Sels métalliques (sulfate de fer et de cuivre) : assez bons résultats.

Savon noir ou procédé Ridolfi : assez bons résultats.

Soufre ou procédé Kyle et Gontier : succès.

Monosulfure de potassium : non réussite.

Monosulfure de calcium : action sensible.

Polysulfure de potassium ou foie de soufre par voie sèche : demi-succès.

Polysuifure de calcium ou procédé Grison : succès.

Le traitement par le soufre et par les sulfures n'a été suivi d'aucun effet quand on l'a pratiqué seulement *avant* la pousse des bourgeons; *après* cette pousse il a fallu y revenir de deux à quatre fois pour faire disparaître l'*Oïdium*.

Les sels alcalins ont été employés inutilement durant deux ans, tant en lavages (au nombre de quatre ; les solutions étaient formées de : sel 50 grammes, eau 10 kilogrammes), que mélangés au sol.

NOTE

SUR LE

GENRE *SPIRULINA*, TURPIN.

Par MM. CROUAN frères,

Membres correspondants de la Société, à Brest.

Le genre *Spirulina* établi par Turpin et adopté par Kützing dans son *Species algarum*, est remarquable par la forme du filament intérieur roulé en spirale comme un ressort à boudin. Il n'est pas nombreux en espèces, on n'en connaît jusqu'à ce jour que quatorze. Sur ces quatorze espèces dont M. Kützing donne la description, une seulement est marine et se trouve dans l'Adriatique, une autre dans l'eau saumâtre, et douze dans l'eau douce; nous en avons découvert trois nouvelles espèces, dont deux ont été publiées par nous, en nature, dans nos Algues marines du Finistère et dans laquelle M. Thuret nous fait observer que notre *Oscillatoria oceanica*, Cr. est une *Spirulina*. Nous avons vérifié ce numéro et nous avons vu que l'observation de M. Thuret est exacte, et que notre erreur provient de ce

qu'alors nous n'avions pas un microscope d'un pouvoir amplifiant assez grand, aussi disons-nous dans notre étiquette, que nous avions de la peine à voir les stries de cette espèce.

1. SPIRULINA PSEUDO-TENUISSIMA, Crouan mscr.

Spirulina tenuissima, Crouan, Alg. mar. du Finistère, n° 323 ! (non Kützing *Species*.)

Filaments très fins, d'un vert d'airain clair, longs, droits ou flexueux, libres entre eux, à spirale dont les tours sont lâches. Elle forme de petits flocons qui rayonnent très-peu.

Hab. Eau saumâtre à la surface de laquelle elle flotte; port de Brest, très rare.

2. SPIRULINA OCEANICA, Crouan mscr.

Oscillatoria oceanica, Crouan, Alg. mar. du Finistère, n° 324 !

Filaments très fins, d'un vert d'émeraude riche, s'entrelaçant souvent en forme de caducée, à spirale à tours rapprochés; ces filaments jouissent d'une grande vitalité, mais rayonnent peu; leur mouvement a une frappante analogie avec celui de certaines annélides dont tout le corps s'allonge lors de la reptation.

Hab. forme de larges *stratum* d'un vert d'airain intense sur les parties des radeaux couvertes de vase et toujours submergées; à l'arrière-garde du port de Brest.

3. SPIRULINA THURETII, Crouan mscr. nov. sp.

Filaments fins à spirales à tours rapprochés, d'un vert

grisâtre, droits ou recourbés, s'entrelaçant quelquefois en forme de caducée, s'ondulant lors de leur mouvement de progression qui est lent, ils rayonnent peu. On observe quelquefois à l'extrémité du filament, une partie du tube interne spiruliforme qui paraît nu, la matière hyaline gélatineuse du filament étant détruite; alors il est facile de constater par cette petite portion de la spirale, un mouvement qui nous indique parfaitement le roulement du filament sur lui-même.

Hab. embouchures des rivières marines où elle forme de larges *stratum noirâtres* contre de gros blocs de quartzite couverts de vase, parmi le *Ceramium Deslongchampsii* et le *Catenella opuntia*. Passage de Plougastel, rare.

Observations sur la *Spirulina tenuissima*, Harv.

M. Harvey fait observer (Phycologia Britannica) qu'il n'a pas vu vivante la *Spirulina tenuissima*, Kütz., et que c'est l'excellente description de M. Ralfs qu'il a copiée. Il dit aussi que les figures qu'il donne dans son *Phycologia* à la planche 105! ont été dessinées sur de beaux échantillons communiqués par le Dr Dickie. M. Harvey n'aurait-il pas confondu deux espèces?

EXAMEN

D'UN

NOUVEAU MINERAI DE MERCURE,

(Sublimé corrosif natif.)

Par M. BESNOU.

Il y a deux ans environ, M. Golfier, chirurgien de deuxième classe de la marine, me pria d'examiner un fragment de minerai fort dense qu'il supposait pouvoir être un composé arsénical, d'après les usages auxquels il l'avait vu employer par quelques capitaines de navires du commerce.

Suivant cet officier de santé, ce minerai serait assez abondamment répandu aux environs d'Iquique, dans le désert d'Atakama, au milieu des terrains nitrifères.

C'était une masse d'au moins deux cents grammes, recouverte d'une efflorescence jaune d'ocre. Sa forme était *presque cubique*. Sa cassure est très chatoyante, fibreuse, en aiguilles brillantes.

La saveur est des plus austères; déjà ces divers caractères me firent douter que cela pût être un composé arsénical.

L'efflorescence jaune qui recouvrait la masse aiguillée, dissoute dans l'acide azotique, me donna toutes les réactions d'un *sel de bioxide de mercure*, et l'action de la chaleur ramena bientôt au rouge orange l'hydrate de bioxide que j'avais sous les yeux.

La solubilité dans l'eau, dans l'alcool, et *toutes les réactions qui caractérisent le bichlorure de mercure* me furent données par la partie cristalline blanche (*sans trace de mélange d'aucun autre sel.*)

Il ne me fallait rien moins que l'affirmation et les détails bien circonstanciés qui me furent fournis, pour me résoudre à croire qu'il n'y avait pas eu confusion d'un autre minerai avec un fragment de sublimé que M. Golfier eût pu acheter pour les besoins de son service en cours de campagne.

Aucun auteur n'a encore jusqu'à ce jour signalé ce nouvel état du mercure dans la nature.

M. Golfier n'ayant que cet échantillon, je n'eus pas l'indiscrétion de m'en approprier une portion. J'ai su depuis qu'il en avait donné à M. Vincent, pharmacien en chef au port de Brest, et à mon collègue M. Langonné, également à Brest.

Ce bichlorure mercurique se trouve au milieu des terrains salpêtrés des environs d'Iquique, sur un sol élevé dépourvu de toute végétation, sous forme de masses cuboïdes, éparses au milieu de couches d'argile, stratifiées avec des sables calcaires, ou avec de petits bassins comme crétacés fort circonscrits, et en contact de couches nitrées qui y sont très abondantes.

Ce terrain est du reste fort connu; il est très tourmenté; aussi varie-t-il dans sa constitution géologique à de très faibles distances, et les stratifications sont-elles sans régularité.

A une très faible profondeur, ce sol est très humide; aussi le piétinement des chevaux laisse-t-il suindre dans l'empreinte de leurs pieds, une humidité très grande, qui, par l'évaporation, donne lieu à des dépôts cristallins de nitrate de soude, mêlé sans doute à du sel marin.

Si l'on tient compte de cette existence simultanée du sel

marin et du nitrate de soude, si surtout l'on admet, ce qui selon moi est bien probable, que la formation du nitrate ammonique précède toujours la production des nitres à oxides alcalins, que cette dernière formation ne soit qu'un phénomène consécutif, il me semblerait assez facile de se rendre raison de la production de ce bichlorure, soit par une transformation complète d'un autre composé mercuriel, soit par la perchloruration du calomel, qui pourrait s'y trouver d'abord formé.

La décomposition si facile et à des températures si basses, que j'ai rapportée dans ma note insérée aux comptes-rendus de l'Institut du 5 août 1851, sur les iodures et chlorures alcalins, rend bien probable cette transformation, sans qu'il y ait besoin de recourir aux matières organiques, qui pourraient y venir avantageusement joindre leur concours.

L'existence des chlorures alcalins ne saurait être douteuse, puisque c'est dans la vallée d'Atakama que l'on trouve avec tant de profusion le sable vert connu sous le nom d'Atakamite (sous-chlorure de cuivre).

La forme cubique ne pourrait-elle avoir pour cause une substitution du sel mercurique, opérée avec lenteur, à quelques blocs peu volumineux de *salmare*.

L'observation que je vous présente ici me semble d'autant plus importante que ces masses atteignent jusqu'à 500 et 600 grammes, qu'elles semblent abondamment répandues, puisque déjà quelques capitaines du commerce les emploient pour la conservation des peaux.

Il y a donc, dans le double intérêt de la science et de l'industrie, à vérifier l'exactitude de ce gisement et l'importance qu'il peut présenter.

REMARQUES

SUR

L'ESSAI DES QUINQUINAS

CALISAYA JAUNE,

POUR ÉVALUER LEUR VALEUR EN QUININE,

Par M. BESNOU.

Dans son Dictionnaire des falsifications et altérations des substances alimentaires, commerciales et médicamenteuses, ouvrage considéré (et à bon droit) comme essentiellement pratique, M. Chevallier, après avoir rapporté quelques-uns des modes employés pour doser la quantité d'alcaloïdes contenus dans les écorces du Pérou, et plus spécialement dans celles qui sont destinées à la fabrication du sulfate de quinine, dit que tous ces modes laissent à désirer, et termine son article en rapportant avec détail le procédé, au moyen du chloroforme, indiqué par M. Rabourdin.

L'induction que l'on doit en tirer, c'est que ce mode serait, sinon absolument bon, du moins bien supérieur aux autres procédés qu'il a indiqués auparavant.

Tout en rendant justice aux applications heureuses que M. Rabourdin fait du chloroforme à la recherche analytique, notamment de l'iode et des alcaloïdes des quinquinas, bien que ce mode soit ingénieux et d'une promptitude convenable à donner un résultat, et aussi qu'il soit très facile à pratiquer, néanmoins, il est de notre devoir, à nous qui, pour préparer le sulfate quinique sur une assez grande échelle pour les besoins de la marine, avons eu d'assez nombreuses occasions d'essayer des écorces Calisaya, de signaler à quelles méprises pour l'expert, à quels mécomptes pour le vendeur, pourrait donner lieu l'essai incomplet par l'évaporation du liquide chloroformique, si l'on considérait le résidu de cette évaporation comme formé d'alcaloïde pur, ou comme donnant la proportion absolue de quinine contenue dans l'écorce en livraison.

En effet, aux termes du cahier des charges de la Marine, les écorces qui sont présentées en recette doivent fournir un rendement de *3 pour cent en sulfate quinique.*

Lors de la publication dans le journal de pharmacie du procédé de M- Rabourdin, je me mis à le répéter concurremment avec le mode que nous avons adopté dans notre laboratoire. Si j'eus lieu d'être satisfait de sa promptitude et de la facilité à donner un résultat, je fus moins heureux du côté de l'exactitude du rendement qu'il me fournit.

Ainsi, avec une écorce de quinquina jaune qui me donna, en suivant notre procédé, plus de 3 pour cent de sulfate de quinine, bien blanc et bien sec, la méthode de M. Rabourdin appliquée sur 60 grammes (au lieu de 20 qu'il indique), me donna un gramme de sulfate seulement, soit un demi pour cent, *différence moindre de moitié.*

Il est vrai de dire que le produit blanc de l'évaporation chloroformique pesait 1 gr. 80, qui s'est dédoublé en 0 gr. 98 de sulfate de quinine par le traitement à l'eau acidulée; et le résidu *résinoïde blanc* non dissous pesait 0 gr. 80.

Evidemment, ce procédé que je répétai à trois reprises sur la même écorce, peut servir utilement pour justifier de la bonne qualité d'un quinquina gris ou rouge; mais il n'a plus la même valeur, il n'a pas une exactitude suffisante pour évaluer la richesse d'un quinquina jaune destiné à l'industrie. Il ne pourrait suffire dans une expertise commerciale, *puisqu'il ne garantit nullement l'intérêt du vendeur, et au contraire, favoriserait celui de l'acheteur dans une limite énorme, si cette écorce eût été achetée à un titre déterminé.*

Je crois donc devoir donner ici le mode que j'ai suivi jusqu'à ce jour et qui m'a fourni constamment des résultats concordants et avantageux.

Il faut éviter surtout les décoctions, soit à l'eau seule, soit avec ce menstrue acidulé par les acides sulfurique ou chlorhydrique.

Au contraire, il faut, comme dans le procédé de M. Rabourdin, épuiser l'écorce en poudre demi-fine par la méthode de déplacement, au moyen d'une eau acidulée par l'acide chlorhydrique au 20e (soit à 1 degré du pèse-acide) jusqu'à ce que le liquide ne soit plus qu'ambré.

Toutefois, je termine le lessivage par une eau acidulée plus faible. (1/40e environ).

Il ne faut pas continuer l'épuisement jusqu'à ce que la liqueur ne soit plus amère. L'expérience m'a appris qu'après avoir recueilli environ dix fois le poids de l'écorce en liquide, l'épuisement est suffisant.

Je traite cette liqueur acide par un dixième environ de bonne chaux grasse, bien délitée et bien délayée, ou mieux

jusqu'à ce qu'un papier jaune de curcuma brunisse légèrement.

J'abandonne au repos jusqu'à ce que le dépôt soit abaissé aux 5/6es du volume au moins; puis je décante la partie supérieure.

Je verse le dépôt ou laque sur une feuille de papier placée sur un linge; je laisse filtrer jusqu'à ce qu'il se forme des crevasses; je mets en presse, et porte la laque au séchoir.

Après l'avoir pulvérisée, je la traite à deux reprises par quatre à cinq parties d'alcool à 38° Cartier; je distille cet alcoolé et je sature immédiatement dans le bain-marie ce résidu encore chaud par de l'acide sulfurique étendu de 10 parties d'eau, jusqu'à légère réaction rouge sur le papier bleu de tournesol.

Par le refroidissement l'on voit bientôt la cristallisation s'opérer. Si l'excès d'acide est trop prononcé, j'ajoute un peu de noir animal brut. Je remets le bain-marie dans la cucurbite pour profiter de la chaleur de l'eau qu'il contient et ainsi rendre la réaction complète.

Je prends la masse que je mets sur un petit linge pour la presser et la débarrasser de la matière noire résinoïde qui l'accompagne, et j'obtiens du sulfate brut déjà d'une blancheur assez convenable.

Je divise ce gâteau de sulfate que je reprends par de nouvelle eau acidulée à l'acide sulfurique en très léger excès et un peu de noir animal lavé pur; lorsque le liquide est bien bouillant et que je vois que par le refroidissement la liqueur cristallise, je filtre.

Je sépare ensuite cette première levée de cristaux, et avec l'eau mère, je reprends le dépôt qui est sur le filtre, je le fais bouillir de nouveau pour opérer une nouvelle cristallisation du sulfate, jusqu'à épuisement.

Il faut bien éviter que la chaleur directe du foyer n'agisse sur la zône de la bassine au dessus du niveau du liquide. afin d'empêcher les transformations de la quinine.

L'expérience m'a appris qu'en prenant ces précautions et si l'on opère en petit, une écorce qui aura ainsi donné 2 1/2 pour cent de sulfate, atteindra le rendement de 3 pour cent dans une suite d'opérations en grand.

En résumé : 1° le procédé de M. Rabourdin est commode et ingénieux pour l'essai des quinquinas en petit, et pour le besoin des pharmacies.

2° Mais il est insuffisant et inexact pour juger de la richesse quinique *des écorces de Calisaya*.

3° Il compromet les intérêts du vendeur de 50 pour cent.

4° Le produit blanc provenant de l'évaporation du chloroforme n'est point un alcaloïde pur, et se compose d'environ moitié de matière résinoïde blanche.

THÉORIE

DES ÉCLAIRS,

Par M. Th. DU MONCEL.

Des divers phénomènes physiques qui se manifestent à la surface de notre globe, la foudre est bien certainement le plus curieux, le plus imposant et en même temps le plus redoutable. Les anciens le regardaient comme l'expression de la colère des Dieux; les modernes, plus sceptiques et plus positifs, l'ont considéré comme la manifestation accidentelle d'un élément physique particulier auquel les anciens avaient eux-mêmes donné le nom d'électricité. Dès-lors tout le merveilleux du phénomène s'est trouvé disparaître, et la foudre est rentrée naturellement dans la catégorie des phénomènes ordinaires de la physique naturelle.

Bien qu'aucun doute ne puisse être formulé sur l'interprétation que les modernes ont donnée de cet élément, il ne sera pas sans intérêt de reproduire, en commençant ce mémoire, l'opinion que s'en étaient faite les anciens et qu'on retrouve si bien formulée dans Pline le naturaliste.

« . . . . . .

» Je ne veux pas nier, dit Pline, qu'il puisse arriver que les feux émanés des astres tombent des régions supérieures du ciel sur les nuées comme nous remarquons qu'il en tombe par un temps serein; qu'il ne résulte de cette chute un ébranlement de l'air, puisqu'un simple trait décoché suffit pour produire dans cet élément une commotion sonore; que, parvenus dans la nue, ils produisent une vapeur subite accompagnée d'une certaine dissonance et d'un tourbillon de fumée, comme cela arrive quand on plonge un fer rouge dans l'eau; que c'est ainsi que s'engendrent les orages; que si ces mêmes feux rencontrent dans la nuée un vent ou une vapeur qui leur résiste, il se produit les tonnerres auxquels on a donné le nom de *foudres* si leur éruption est ardente et subite, et simplement *éclairs* s'ils ne se manifestent que par de longs sillons lumineux, en sorte que ceux-ci fendent la nuée et ceux-là la rompent en éclats; que les tonnerres peuvent être considérés comme autant de chocs violents qui dilatent le feu compact dont ils sont composés, et que de là vient l'éclat fulgurant que produisent les nuées dans toutes les parties où elles s'ouvrent; qu'il peut se faire aussi qu'une vapeur spiritueuse émanée de la terre soit repoussée par l'astre et renvoyée rudement sur une nuée contre laquelle venant à se choquer il faut bien qu'il s'ensuive une détonation, qui sera plus ou moins lourde si cette vapeur conserve l'équilibre de ses parties, au lieu qu'elle éclatera avec un grand fracas si elle se brise comme le ferait une vessie gonflée de vent; que cette même vapeur spiritueuse, quelle qu'elle

soit, peut se briser par la seule pression qu'elle éprouve en tombant, ou que cette explosion peut être l'effet d'un conflit de deux nuages, comme on voit sortir des étincelles du choc de deux cailloux ; mais ces derniers cas sont réputés fortuits ; qu'on range dans cette classe les foudres brutes, ces tonnerres impuissants qu'aucune loi physique ne gouverne et qui viennent frapper au hasard les montagnes, les mers, ou éclater çà et là de diverses manières ; mais j'affirme que les tonnerres dont se tirent les vrais présages remontent à des causes déterminées et nous viennent invariablement, l'un de tel astre, l'autre de tel autre.

» La foudre tombe rarement en hiver et en été, par deux raisons contraires. En hiver, l'air condensé et comme encroûté de nuages perd son ressort; d'autre part, toute l'exhalaison de la terre se raidit et se fixe par congellation, ce qui éteint toute la partie ignée des vapeurs. C'est cette raison qui rend la Scythie et toutes les contrées glaciales d'alentour exemptes de foudres. La raison directement contraire en exempte aussi l'Egypte, où les exhalaisons terrestres, d'une nature chaude et sèche, sont en conséquence très rares, très déliées, et ne peuvent former que des nuées grêles et sans force. Au contraire, au printemps et en automne, les tonnerres sont plus fréquents par la fermentation qui se fait dans l'une et l'autre saison des principes mal combinés, qui, pris à part, forment l'été et l'hiver. Par cette raison, il tonne fréquemment en Italie où l'air a plus de ressort et où l'hiver, plus doux qu'ailleurs, suivi d'un été pluvieux, forme une sorte de printemps ou d'automne perpétuels. Remarquez aussi que dans les parties de l'Italie les plus éloignées du Septentrion et les plus rapprochées du Midi (Rome et la terre de Labour sont dans cette position), il éclaire hiver et été; ce qui n'arrive pas dans les autres contrées.

» Comme les foudres sont de plusieurs sortes, on en raconte aussi divers effets. Sèches, elles ne brûlent point, mais frappent et dissipent; humides, elles ne brûlent point, mais noircissent et enfument. La troisième espèce est celle qu'on nomme *claire;* ses effets tiennent du prodige; elle épuise un tonneau de toute sa liqueur sans l'endommager extérieurement et sans laisser aucun vestige de sa marche. Elle fondra l'or, le cuivre, l'argent qui serait dans un sac, et celui-ci ne sera brûlé en aucune façon; elle respectera même l'économie des parties de la cire où est empreint le cachet. Marcie étant première dame romaine fut frappée de la foudre pendant sa grossesse. Son fruit mourut du coup; mais pour elle, elle n'en reçut pas d'autre atteinte. Parmi les prodiges Catilinaires, je trouve qu'un Marcus Hennerius de la ville municipale de Pompéi, étant alors décurion, fut frappé de la foudre par un temps serein (1).

» Les livres toscans comptent neuf divinités qui lancent les foudres; mais quant aux foudres elles-mêmes, ils en comptent jusqu'à onze, d'autant que Jupiter, selon eux, en lance trois à lui tout seul. De tant de foudres les romains n'en admettent que deux, attribuant à Jupiter celles du jour, et à Summanus (Pluton) celles de nuit, qui sont les plus rares à cause de la fraîcheur de l'air en temps nocturne. Ces mêmes Toscans pensent que les tonnerres qui surviennent vers le solstice d'hiver et qu'ils appellent infernaux, sont émanés de la terre; ils les regardent comme funestes et exécrables, d'autant qu'ils n'ont point leur source dans les éléments généraux des choses et qu'ils ne procèdent point des astres,

(1) Senèque admettait aussi ce prodige et l'attribuait comme toute autre détonation à la collision de l'air. Mais Gassendi nous avertit de n'en rien croire, et proteste que ce prétendu prodige n'arrive que dans les lieux où l'horizon est trop borné pour qu'on puisse apercevoir la nuée d'où part le coup. Mussembroeck en dit autant.

mais qu'ils sont comme toutes les autres productions terrestres d'une nature plus prochaine et par conséquent plus trouble. Une preuve évidente selon eux que ces derniers tonnerres sont beaucoup plus matériels, c'est que toutes les foudres émanées du ciel ont une direction oblique, au lieu que celles qu'on nomme terrestres tombent perpendiculairement. Mais la raison qui les fait faussement regarder comme émanées de la terre, c'est qu'elles naissent d'une matière très voisine du globe. En effet, si elles sortaient de terre, elles ne pourraient ni s'élever plus haut ni être repoussées vers leur source sans donner quelque indice de cette répulsion, et comme elles n'en donnent aucune marque, cela prouve bien qu'elles ne partent pas d'en bas comme on se le figure, mais qu'elles viennent directement d'en haut. Ceux des Toscans qui passent pour les plus habiles connaisseurs sur cet article pensent que ces sortes de foudres viennent de Saturne, de même qu'ils attribuent à Mars, celles qui produisent des embrasements. Telle fut celle qui réduisit en cendres Volsènes, la plus riche place de toute la Toscane. Ils donnent le nom de *foudres domestiques*, en les réputant d'un augure perpétuel pour toute la vie, à celles qui tombent dans l'époque de l'établissement de chaque maison. Au reste, ils pensent que la vertu de ces pronostics à l'égard de tout particulier, ne s'étend pas au-delà de dix ans, à moins qu'ils ne datent du jour de la naissance ou d'un premier mariage. Quant aux augures publics tirés de la foudre, leur vertu ne passe pas trente ans, excepté si la foudre tombe le jour où une colonie prend possession d'un territoire.

» Les annales font foi qu'au moyen de certains sacrifices et de certaines formules on peut forcer la foudre à descendre, ou du moins l'obtenir du ciel. Une ancienne tradition assure qu'en Etrurie, chez les Volsiniens, à l'occasion d'un monstre appelé Volta qui, après avoir ravagé la campagne,

était entré dans leur ville, une pareille invocation fut faite, et que ce fut leur propre roi Porsenna qui fit tomber sur ce monstre le feu du ciel. Lucius Pison, écrivain d'un grand poids, écrit au premier livre de ses annales, qu'avant Porsenna, Numa Pompilius avait souvent fait la même chose, et que pour s'être écarté du rit prescrit dans l'initiation à cette pratique mystérieuse, Tullus Hostilius fut lui-même foudroyé. Parmi nos bois sacrés, parmi les autels et les sacrifices dont le culte a pour objet Jupiter Stator, Jupiter Tonnant, Jupiter Férétrien, nous avons aussi admis un Jupiter Elicien. Sur tous ces objets il y a presque autant d'opinions différentes que de personnes.

» Qu'on puisse commander à la nature, il y a bien de l'audace à le croire; mais il n'y a guère moins de stupidité à vouloir borner sa puissance dans ses bienfaits. D'autant que par l'observation des diverses circonstances qui accompagnent un coup de tonnerre, on est parvenu à prédire, à point nommé, les évènements futurs et à y voir ou le terme prochain de sa destinée ou quelquefois l'entrée d'une destinée toute nouvelle. L'un et l'autre cas sont attestés par une infinité d'exemples ou particuliers ou publics. Je laisse donc (principalement sur des objets de cette nature) la liberté à chacun de penser ce qu'il jugera à propos, trouvant bon que les uns croient, que d'autres doutent; que celui-ci approuve, que cet autre condamne, etc.; quant à nous, il est de notre plan de ne rien omettre de mémorable.

» Il est hors de doute que l'éclair et le coup partent en même temps, bien que l'ouïe soit frappée plus tard que la vue. Il ne faut pas s'en étonner, puisque la lumière a plus de vitesse que le son. Il y a bien un rapport immédiat entre le coup et le son, et c'est même une nécessité physique qu'il en soit ainsi; mais enfin le son est une suite et non une circonstance actuelle du tonnerre qui éclate. Il y a plus, la foudre est

encore devancée par un souffle qu'elle chasse devant elle, en sorte que tout ce qu'elle frappe a déjà reçu auparavant l'impression et le choc de ce souffle précurseur. Il est aussi de fait que personne n'est jamais frappé par le coup de tonnerre dont il peut voir l'éclair et entendre le bruit.

» C'est un heureux présage quand il tonne à gauche, par la raison que la gauche du monde est l'Orient. On s'attache moins à observer la manière dont tombe la foudre que celle dont elle se relève : on examine si le feu est réfléchi du coup ou s'il ne se relève qu'une seule vapeur, après que le feu a produit son effet ou s'est anéanti lui-même. . . . . .

. . . . . .

» Quelquefois il éclaire sans tonner, ce qui arrive plus souvent de nuit que de jour. Entre tous les animaux, l'homme est le seul qui frappé de la foudre n'en meure pas toujours. Tous les autres animaux expirent sur le coup. C'est une prérogative que la nature donne à l'espèce humaine sur celle des bêtes, bien que ces dernières soient constituées beaucoup plus robustement que nous. Elles tombent toutes sur le côté opposé à celui qui a été frappé. Un homme foudroyé ne mourra point de cet accident, à moins que la violence du coup ne lui ait fait faire volte face. Ceux qui sont frappés debout sont trouvés assis. Quiconque est tué par le tonnerre étant éveillé, on lui trouve les yeux fermés, et s'il dormait, on les lui trouve ouverts. Il n'est pas permis de brûler un homme tué par la foudre. La religion prescrit de l'enterrer. Il n'arrive jamais à la foudre de faire flamber un corps, si l'animal n'est tué. La partie blessée est plus froide que le reste du corps.

» Pour ce qui regarde les productions de la terre, la foudre ne tombe jamais sur le laurier. On remarque aussi que tombée en terre elle n'y pénètre pas au-delà de cinq pieds de profondeur. C'est pourquoi ceux qui ont peur du tonnerre

regardent les cavernes les plus hautes comme les meilleures retraites, ou bien ils se font construire des loges revêtues de peaux de veaux marins; ce poisson étant le seul que la foudre ne frappe jamais, pas plus que l'aigle parmi les oiseaux, ce qui lui fait donner l'épithète de *porte-foudre*. En Italie, entre Terracine et le temple de la déesse Feronie, on a cessé de construire des tours en temps de guerre, la foudre en ayant renversé plusieurs.

. . . . . .

» C'est un fait ignoré par le plus grand nombre, mais dont l'élite des savants s'est acquis la certitude par l'examen assidu du ciel, que les feux qui en tombant sur terre sont nommés foudres, proviennent de trois astres supérieurs (Saturne, Jupiter et Mars); mais surtout de celui d'entre eux qui occupe le poste du milieu, peut-être par la raison que pénétré à l'excès par l'humeur surabondante de la planète supérieure et par l'ardeur intempérée de la planète de dessous, il s'en débarrasse de cette manière; et c'est ainsi que Jupiter a acquis l'épithète de foudroyant. Or, de même que d'un bois enflammé s'élance avec bruit une flamme ardente, de même aussi quand le corps céleste dont nous parlons est surchargé d'un feu trop exhubérant, il en repousse une partie au dehors, et à cette partie sont attachés, selon sa chute, des pronostics certains; car cette émanation, bien que séparée et rejetée du corps céleste, n'en conserve pas moins sa part aux fonctions divines qu'elle exerce principalement quand l'air est le plus en désordre, soit qu'elle tire plus de force et d'abondance par un surcroit d'humeurs, soit que le trouble de l'air soit alors l'effet d'une sorte de fièvre qu'éprouve l'astre en travail. »

. . . . . .

. . . . . .

Ce n'est qu'en 1749 que Franklin commença à expliquer les phénomènes de la foudre d'après les principes électriques. Il signala des occasions nombreuses où la foudre et l'électricité sont unies, et pour prouver d'une manière indubitable, son hypothèse, il conçut la pensée hardie de soutirer la foudre aux nuages orageux eux-mêmes en leur opposant un conducteur élevé, garni de pointes dont il avait antérieurement reconnu l'efficacité pour attirer l'électricité.

Pendant qu'il attendait qu'on lui dressât ce conducteur subtracteur, ce paratonnerre en un mot, il pensa qu'il aurait un accès plus facile vers la région des nuages en lançant dans les airs un cerf-volant qui porterait son système excitateur. Il arma en conséquence un cerf-volant d'une pointe de fer et se servit de la corde comme de conducteur. Cette corde était, comme d'habitude, de chanvre, excepté le bout inférieur qui était en soie, et à l'endroit où se terminait la corde était fixée une clef. Au premier orage qu'il aperçut, il sortit dans la campagne avec son appareil en se faisant accompagner seulement de son fils, la seule personne à laquelle il eût communiqué son projet, connaissant parfaitement le ridicule qui, malheureusement pour la science, s'attache aux expériences infructueuses en physique. Il se plaça à l'abri pour ne pas être atteint par la pluie, et lança son cerf-volant. Un nuage passa par dessus sans produire d'effet. Il désespérait presque du succès lorsque tout-à-coup, il observa que la corde se tendait verticalement. Il présenta aussitôt son doigt à la clef et il obtint une longue étincelle; il répéta cette expérience plusieurs fois, chargea une bouteille, et reconnut sous toutes les formes possibles l'identité parfaite du fluide de la foudre avec le fluide électrique. Dans une de ces expériences il faillit être foudroyé.

Les découvertes de Franklin éveillèrent bientôt l'attention de toute l'Europe, et une foule de physiciens distingués les

répétèrent avec succès. En 1755, le professeur Richman, de Saint-Pétersbourg, fut tué au milieu de ses expériences. En 1757, M. de Romas, employant un moyen analogue à celui de Franklin, put pomper aux nuages orageux une assez grande quantité d'électricité pour obtenir des lames de 3 à 4 mètres de longueur sur 10 à 12 centimètres d'épaisseur. Ces lames de feu qui se succédaient avec une grande rapidité, produisaient à chaque décharge un bruit semblable à coup de pistolet.

Après ces expériences et beaucoup d'autres encore, les phénomènes de la foudre purent être parfaitement expliqués, et ce fut alors que Franklin conçut la magnifique idée d'annuler les effets désastreux de ce terrible élément, en lui opposant ses réactions physiques elles-mêmes.

Il restait à savoir comment l'électricité atmosphérique pouvait se produire dans les nuages, et sous quelles conditions elle prenait naissance. Or, comme à l'époque de la découverte de Franklin, le frottement était considéré comme la seule et unique cause productrice de l'électricité, on attribua immédiatement au frottement des masses d'air les unes contre les autres, le développement de l'électricité atmosphérique. Mais quand les progrès de la science eurent démontré que toute réaction chimique, l'évaporation, le changement d'état des corps, la combustion, l'acte même de la végétation et toute émanation quelconque, dégageaient de l'électricité; il devint facile d'expliquer la présence de l'électricité dans l'atmosphère, et la charge électrique considérable accumulée dans les nuages au moment d'un orage; car, dans ce dernier cas, une très forte évaporation et une condensation subite de vapeurs ont toujours précédé le développement électrique. Or cette circonstance suffit parfaitement pour en rendre compte.

Dans nos climats où nous voyons pour ainsi dire les

orages se former, nous ne comprenons guère que la foudre puisse avoir d'autres causes que celles que nous avons sous les yeux, et que nous croyons être en quelque sorte le partage exclusif du ciel. Pourtant il est des circonstances où ce phénomène résulte d'un effet physique tout-à-fait local. Ainsi les nues volcaniques, au moment de l'éruption d'un volcan, portent la foudre et le tonnerre dans leur sein. Ce phénomène, dont nous trouvons de nombreux exemples dans les récits des voyageurs modernes, avait été observé dès les temps les plus anciens. Ainsi, dans les lettres que Pline le jeune adresse à Tacite, au sujet de l'éruption du Vésuve qui occasionna la mort de son oncle et engloutit les villes de Pompeia et d'Herculanum, l'an 79 de notre ère, il parle de nuées noires et horribles, déchirées par des feux serpentants, de nuées qui s'ouvraient et laissaient échapper de longs sillons de flammes semblables à des éclairs.

Nous verrons bientôt que tout ceci n'a rien d'extraordinaire, puisque les orages atmosphériques et volcaniques se forment sous l'influence de la même cause, c'est-à-dire du dégagement électrique par suite d'une condensation brusque de vapeurs et de réactions chimiques. Mais en dehors de ces circonstances générales dans lesquelles se développe le phénomène de la foudre, il est certains phénomènes secondaires qui, malgré les expériences répétées de beaucoup de savants, n'ont pu être expliqués d'une manière satisfaisante. De ce nombre sont les zigzags de feu produits par la majeure partie des éclairs, la forme en boule et la persistance d'apparition de quelques uns d'entre eux; enfin, les roulements du tonnerre. J'ai fait beaucoup d'expériences et de recherches sur les deux premiers de ces phénomènes, et ce sont les résultats curieux que j'ai obtenus qui font l'objet de ce mémoire.

Pour établir d'une manière positive ma théorie, j'ai dû

avoir recours à de nombreuses expériences de cabinet. La machine dont je me suis servi pour cela est celle de Rumkorff ; c'est un appareil d'induction voltaïque au moyen duquel on obtient directement par la réaction physique d'un courant électrique sur un circuit composé d'une grande longueur de fil enroulé en hélice, des étincelles énergiques et continues à distance. C'est en un mot une petite machine électrique qui a l'avantage de pouvoir se charger par tous les temps, et d'agir d'une manière continue sans qu'on soit obligé d'y toucher en quoi que ce soit. Cet appareil est donc précieux pour toutes les expériences d'électricité statique ou de tension qui demandent un certain temps.

L'électricité dans cet appareil est développée d'une manière double et se soutire de deux boutons ou pôles du circuit induit. On provoque l'étincelle soit par un conducteur que l'on présente à l'un des pôles et qui se trouve en contact avec l'autre, soit par un conducteur entièrement isolé du circuit, soit enfin par la décharge mutuelle de deux fils conducteurs recouverts de gutta percha que l'on a fixés aux pôles du circuit. On peut donc de cette manière porter l'étincelle où l'on veut, sans déranger l'appareil, ce qui est un avantage immense.

ÉCLAIRS LINÉAIRES.

La théorie des éclairs linéaires gît tout entière dans la démonstration des six propositions suivantes :

1° Si l'on dispose entre deux points électrisés qui doivent produire la décharge, un corps de conductibilité inférieure que j'appellerai *conducteur secondaire*, l'étincelle se trouve considérablement allongée et, par conséquent, la décharge se produit à plus grande distance et plus facilement.

2° Si une décharge électrique s'opère au milieu ou même

dans le voisinage d'un conducteur secondaire, elle passe à travers ce conducteur.

3° Quand le conducteur secondaire interposé entre les deux points électrisés est homogène, l'étincelle est droite; mais elle est, au contraire, en zigzags, quand le conducteur secondaire n'est pas homogène.

4° L'eau à l'état de division, et la vapeur d'eau condensée, sont des conducteurs secondaires.

5° Une décharge électrique, ou plutôt l'influence électrique avant la décharge, réagit extérieurement en donnant lieu à des phénomènes d'attraction et de répulsion dont la nature varie suivant les circonstances.

6° La pluie et la vapeur d'eau condensée dans les nuages servent de conducteurs secondaires à l'électricité atmosphérique, et c'est à cela que sont dûs : 1° la longueur énorme des éclairs; 2° leurs zigzags et leurs déviations; 3° certains phénomènes de transport dont sont presque toujours accompagnées les décharges électriques atmosphériques; 5° la couleur différente des éclairs; 6° les courants électriques atmosphériques étudiés par M. Quételet.

1re proposition. — L'air sec, comme on le sait, est, par rapport à l'électricité, un corps isolant, et en cette qualité, il présente une résistance d'autant plus considérable que la couche d'air qui s'oppose à la transmission électrique est plus épaisse. Pourtant, avec une tension électrique suffisamment considérable, on finit par la vaincre, et la transmission se fait alors avec bruit et production de lumière. Le même effet se manifeste avec tout autre corps isolant, tel que le verre, la gomme laque, etc. Seulement, comme les molécules qui composent ces derniers corps ne peuvent se déplacer, la décharge électrique les perce ou les brûle, s'ils ne sont pas suffisamment épais pour résister.

D'après cela, on comprend que tel moyen qu'on emploiera

qui aura pour effet de diminuer cette résistance opposée par les corps isolants, facilitera la décharge, et partant celle-ci pourra s'effectuer de plus loin. C'est ainsi qu'en faisant le vide dans le tube électrique, on obtient une étincelle de plusieurs mètres de longueur, lorsqu'à l'air libre cette étincelle n'a guère que 8 ou 10 centimètres.

Le vide n'est pas le seul moyen de détruire la résistance opposée par l'air. Un corps qui sera interposé entre les deux points où les électricités contraires sont accumulées, pourra favoriser leur recomposition. Mais pour que celle-ci ait lieu avec déflagration et production de lumière, il faut que ce corps intermédiaire soit *d'une insuffisante conductibilité*, c'est-à-dire qu'il soit assez bon conducteur pour permettre aux électricités développées de vaincre la résistance qui leur est opposée par l'air, mais pas assez bon conducteur pour les contenir entièrement ; ce sont ces corps auxquels on a donné le nom de *conducteurs secondaires*. Ils sont assez nombreux : les corps métalliques, réduits à une grande ténuité ou à une épaisseur infiniment petite comme les dorures, les limailles métalliques, les poussières de charbon, les liquides très divisés ou déposés en couche infiniment mince, les gaz de faible densité ou l'air dilaté, sont autant de corps de conductibilité secondaire, comparés à l'air sec. Leur présence entre deux foyers d'électricité doit donc non-seulement faciliter la décharge, mais encore la provoquer *à une distance beaucoup plus grande*.

Pour s'assurer de ce fait par l'expérience, il suffit de comparer l'étincelle échangée entre les deux conducteurs de la machine de Rumkorff en deux points éloignés de la tranche dorée d'un livre, à l'étincelle directe échangée à l'air libre. Cette dernière n'a guère qu'un centimètre de longueur, tandis que sur la dorure elle peut atteindre jusqu'à 60 centimètres et plus. Dans ce cas on ne peut attribuer l'allonge-

ment à une série de petites étincelles se succédant l'une à l'autre comme dans le carreau étincelant, car la dorure forme un tout compact sans solution de continuité, surtout quand elle est neuve, et c'est alors que l'étincelle est le plus longue et le plus brillante. Il est même dans cette expérience un phénomène assez curieux, qui montre qu'une partie de l'électricité passe à l'état latent à travers la dorure, ou que les particules de cette dorure se trouvent impressionnées indépendamment de la transmission de la décharge : c'est le prolongement de l'étincelle au-delà des points de contact des conducteurs.

2e proposition. — Pour que les conducteurs secondaires agissent comme il a été dit précédemment, il n'est pas besoin qu'une communication directe les relie aux deux foyers d'électricité. Dès lors qu'ils sont dans le voisinage, à une distance moindre que celle qui sépare ces deux foyers, la décharge s'opère à travers le conducteur secondaire en prenant, par conséquent, un chemin beaucoup plus long. Il y a une foule de manières de prouver directement ce fait par l'expérience, mais la plus sensible de toutes, parce que l'étincelle est visible dans tout son parcours, c'est de provoquer la décharge électrique des deux conducteurs de la machine de Rumkorff à une petite distance de la flamme d'une bougie. On voit alors le jet électrique se recourber pour passer par la flamme, qui est dans ce cas le conducteur secondaire, par suite de la dilatation extrême de l'air dans l'espace qu'elle occupe.

3e proposition. — Il résulte de la proposition précédente qu'un conducteur secondaire, non homogène, doit rendre sinueuse l'étincelle qui le traverse, tandis qu'au contraire, un conducteur homogène la transmettra en ligne droite. En effet, l'électricité, au milieu de toutes les particules matérielles qui composent ce conducteur non homogène, devra

suivre de préférence celles dont la position et l'aggrégation lui fournissent le moins de résistance possible. Or, comme les particules dans de pareilles conditions sont loin de se trouver sur la même ligne droite, il s'ensuit forcément que l'étincelle doit prendre un chemin plus ou moins sinueux. D'un autre côté, comme plusieurs combinaisons différentes de ces particules peuvent répondre à la même résistance, il doit arriver que l'étincelle se divise, se ramifie, et présente plusieurs sillons de feu plus ou moins sinueux.

Avec de la limaille de cuivre dont on saupoudre une planche vernie, le phénomène se montre de la manière la plus sensible et la plus brillante. J'ai obtenu jusqu'à 8 sillons de feu de plus d'un décimètre de longueur avec la machine de Rumkorff.

Lorsque le conducteur non homogène présente, dans quelques-unes des parties parcourues par l'étincelle, des agrégations considérables de particules conductrices, et qu'il devient par conséquent, en ces endroits, bon conducteur, l'étincelle présente des solutions de continuité d'autant plus grandes que ces parties elles-mêmes devenues conductrices sont plus étendues.

D'après les raisonnements qui ont servi à rendre compte de la forme en zigzags des étincelles dans les conducteurs non homogènes, on peut préjuger de ce qu'elles doivent être dans les conducteurs homogènes. En effet, rien ne favorisant alors d'une manière particulière l'action électrique, c'est la ligne droite qu'elles doivent suivre, et c'est en effet ce que l'on peut reconnaître quand on provoque l'étincelle sur la tranche dorée d'un livre.

4e proposition. — L'eau considérée dans sa masse est bonne conductrice de l'électricité; mais à l'état de division ou distribuée par couches infiniment minces, elle peut servir de conducteur secondaire en présentant les phénomènes précédents.

Versez, par exemple, une goutte d'eau sur une planche vernie et répandez-la avec le doigt, de tous côtés, jusqu'à ce qu'elle ne forme plus qu'une couche très mince et très divisée par le vernis, l'étincelle s'échangera au travers comme dans le cas de la limaille métallique; seulement, elle sera plus brillante et plus nette dans son contour et changera de couleur, suivant que la couche d'eau sera plus ou moins épaisse. Dans le premier cas, elle sera violette, interrompue et terminée le plus souvent par une *boule de feu rouge*. Dans le second, elle sera d'une blancheur éblouissante et quelquefois bleuâtre.

Avec ce genre de conducteurs secondaires, les ramifications de l'étincelle sont très nombreuses et moins mobiles que dans le cas de la limaille métallique; elles se tracent pour ainsi dire un chemin liquide continu que l'on retrouve aisément après chaque étincelle, et qu'elles suivent jusqu'à ce que les conditions physiques des parties avoisinantes aient changé ou se soient modifiées par l'évaporation.

La vapeur d'eau condensée à l'état vésiculaire doit évidemment jouer un rôle analogue pour l'électricité développée à très haute tension et en grande quantité. Il est vrai que je n'ai pu obtenir rien de très particulier en faisant passer l'étincelle à travers de la vapeur d'eau bouillante; mais l'électricité produite par la machine de Rumkorff est développée en si petite quantité, que cette expérience négative ne prouve absolument rien. En ouvrant, en effet, la célèbre notice de M. Arago sur le tonnerre, je vois que dans certains orages observés par MM. Rozier et Nicholson, quelques-uns des nuages orageux étaient *lumineux* par eux-mêmes; que d'autrefois on a observé des brouillards de la même nature dont l'éclat disparaissait à la suite de la décharge électrique. Il serait, du reste, surprenant qu'il n'en fût pas ainsi, puisque les nuages peuvent être de différentes densités, et qu'ils sont

suffisamment conducteurs pour porter la foudre dans leur sein.

5e proposition. — Les réactions électriques par influence provoquent, de la part des corps qui en subissent l'effet, un mouvement d'attraction qui se comporte d'une manière toute particulière dans plusieurs cas, et auquel il faut attribuer vraisemblablement les effets si singuliers de transport occasionnés par la foudre.

Ce mouvement d'attraction varie, suivant que les corps influencés, que nous supposons très légers par rapport à l'effet électrique, sont plus ou moins bons conducteurs de l'électricité.

Avec les conducteurs secondaires, tels que la limaille métallique, l'eau très divisée, la réaction par influence a pour effet de réunir ensemble les divers grains métalliques ou les très petites gouttelettes d'eau qui sont dans le voisinage du chemin que doit parcourir l'étincelle, de manière à constituer un conducteur le plus continu possible. C'est ainsi qu'on peut, en s'y prenant avec soin, soulever, au bout des conducteurs de la machine de Rumkorff, une houppe de grains de limaille qui peut atteindre quelquefois jusqu'à 3 centimètres de longueur. C'est ainsi, comme nous l'avons constaté précédemment, que l'étincelle échangée à travers un conducteur secondaire liquide, se crée un chemin continu qu'elle suit tant que les conditions de ce conducteur restent les mêmes.

Quand les corps influencés sont moins bons conducteurs, ils se trouvent d'abord attirés, puis ensuite rejetés sur le côté, à une distance plus ou moins grande, suivant la force électrique. C'est ce que l'on constate quand on fait agir le courant de la machine de Rumkorff sur de la poussière de charbon, ou de la cendre, ou même de la poussière ordinaire. Les conducteurs, dans ce cas, agissent pour ainsi dire comme des soufflets.

A travers des lames isolantes, les phénomènes d'attraction des électricités développées varient un peu; ainsi la limaille métallique se comporte comme la poussière de charbon et se met à sauter, à la manière des balles de sureau dans l'expérience de la grêle de Volta, en cherchant à s'éloigner de l'action électrique. Ce qui fait qu'au bout de quelques instants, le phénomène de répulsion, que nous avions précédemment observé pour la poussière de charbon seule, se reproduit avec la limaille métallique.

Enfin, l'action attractive de l'électricité sur l'eau a pour effet de la soulever au-dessus de son niveau ou de déterminer son écoulement quand il y a lieu. Ainsi, si vous répandez sur un plateau de marbre une goutte d'eau et que vous y plongiez un des conducteurs de la machine de Rumkorff, tandis que de l'autre vous exciterez l'étincelle à distance, l'eau se trouvera entraînée, et pour peu que vous donniez suite à l'expérience, vous pourrez former une véritable rigole aussi longue et aussi contournée que vous le voudrez.

6e proposition. — Ayant reconnu les divers effets qui résultent des décharges électriques soit à l'air libre soit au travers des conducteurs secondaires, il reste à examiner quels éléments sont en jeu dans l'atmosphère au moment d'un orage, et comment les phénomènes électriques doivent alors se passer.

Un orage peut provenir de deux causes : 1° de l'accumulation considérable de vapeurs dans un espace très limité, par suite d'un courant ascendant très énergique qui s'établit sous l'influence d'une température très élevée des couches inférieures de l'atmosphère et d'un temps parfaitement calme qui empêche ces vapeurs de s'étendre au loin; 2° de la lutte de deux vents opposés, de laquelle il résulte une condensation brusque et instannée d'une masse de vapeurs très considérable. Mais quelle que soit la cause de l'accumula-

tion de ces vapeurs, c'est à leur développement et à leur *condensation* subite (1) qu'est dû le dégagement électrique qui s'opère alors et qui charge les nues orageuses. Ces nues orageuses en réagissant elles-mêmes par influence sur la terre ou sur d'autres nuages différemment électrisés ou à l'état neutre, provoquent une décharge qui se traduit par un ou plusieurs éclairs.

Si l'on considère que la distance des nuages orageux à la terre est au minimum de 1,900 à 3,000 mètres environ (d'après Kaemtz), on a peine à comprendre qu'une décharge électrique puisse s'effectuer directement entre deux éléments aussi éloignés, et on se demande s'il n'existe pas alors une cause indirecte qui facilite la décharge comme nous l'avons vu dans la première proposition. Cette cause existe en effet, et c'est précisément la vapeur d'eau condensée et la pluie qui existent toujours dans l'atmosphère au moment des orages. Elles forment alors un *conducteur secondaire* entre les deux foyers d'électricité et allongent considérablement l'éclair.

Les preuves de cette conductibilité secondaire dans les décharges atmosphériques sont de plusieurs sortes :

Je trouve par exemple dans l'ouvrage de M. Arago sur le tonnerre, plusieurs observations qui prouvent que la *présence dans l'air d'un courant ascendant humide* peut attirer la foudre. Comment peut-il l'attirer si ce n'est pas en lui offrant une conductibilité secondaire ?

Dans un autre passage je vois que quelquefois pendant de grands orages les *gouttes de pluie et même aussi les flocons de neige et les grêlons produisent de la lumière en arrivant à terre ou même en s'entrechoquant.* N'est-ce

(1) Voir Kaemtz, chapitre de l'électricité atmosphérique.

pas ce qui arrive dans les expériences des conducteurs secondaires dont j'ai parlé dans la première proposition ?

Enfin, je lis dans le traité de météorologie de Kaemtz, que les averses qui accompagnent les orages ont une grande influence sur l'état électrique de l'air, dont elles augmentent la *tension au point de motiver à elles seules des éclairs et du tonnerre.*

Ces observations, jointes à celles des nuages et brouillards lumineux dont j'ai déjà parlé, ne sont pas neuves et sont pourtant concluantes : comment se fait-il que certaines personnes aient trouvé plus vraisemblable l'hypothèse de la décharge électrique pure et simple, qui ne rend nullement compte des circonstances du phénomène, comme nous allons le voir à l'instant? Il est vrai que si j'avais présenté une hypothèse incroyable, si j'avais fait parler des tables ou évoqué des morts, j'aurais peut-être été cru davantage.

La présence d'un conducteur secondaire entre les deux foyers d'électricité qui doivent agir l'un sur l'autre étant reconnue, et son action admise par les motifs présentés dans la proposition 2, il reste à savoir si les diverses circonstances qui accompagnent la formation des éclairs, et en particulier leurs zigzags, peuvent être expliqués par ce conducteur secondaire.

Les éclairs que l'on aperçoit au moment d'un orage, se présentent à nous sous deux aspects tellement différents, qu'on serait tenté de les considérer au premier abord comme d'origine différente et de les diviser en deux catégories : éclairs *diffus* et éclairs en *zigzags*. Mais pour peu qu'on refléchisse à leur mode d'apparition, on ne tarde pas à reconnaître que c'est à une erreur de la vision qu'est due toute leur dissemblance.

Les éclairs diffus se reconnaissent à la lueur blanchâtre qui éclaire instantanément une partie du ciel sans présenter

de contours arrêtés et qui apparaît derrière un premier rideau de nuages. Cette lueur, comme on le comprend aisément, est la réverbération des éclairs eux-mêmes qui sont alors cachés et qui s'échangent de nuage à nuage dans les régions élevées de l'atmosphère.

Les éclairs en zigzags sont ceux qui sont nettement définis dans leur contour; ils forment un sillon de feu parfaitement distinct qui se recourbe, se brise de mille façons différentes, sans jamais suivre une ligne complètement droite dans toute leur longueur.

M. Liais, qui a beaucoup observé ce genre de phénomènes et qui adopte complétement ma théorie, les distingue en six catégories :

1° Les éclairs en zigzags continus;
2° Les éclairs en zigzags discontinus;
3° Les éclairs recourbés;
4° Les éclairs en zigzags à sillon sinueux;
5° Les éclairs droits;
6° Les éclairs à plusieurs branches.

Pour peu qu'on se rapporte à la 3e proposition, on trouvera dans les expériences que j'ai citées, l'explication de ces diverses formes des éclairs. Ainsi on s'assurera qu'ils doivent être en zigzags quand la vapeur d'eau condensée, ou la pluie qu'ils traversent, ne présente pas un ensemble homogène, comme cela arrive principalement dans la région des nuages où la vapeur est inégalement condensée. On trouvera qu'ils doivent au contraire être droits quand le milieu conducteur est homogène; c'est ce qui a lieu en général dans le voisinage du sol, car la pluie se trouve alors tellement divisée par l'air, qu'elle représente un conducteur secondaire à peu près homogène. Enfin on déduira leurs interruptions de la trop bonne conductibilité de cette partie du conducteur inférieur qu'ils traversent, et leurs bifurcations, de l'égalité de

conductibilité apportée à la transmission électrique par deux ou plusieurs parties différentes du conducteur secondaire.

Du reste, il suffit d'avoir fait les expériences dont j'ai parlé, pour reconnaître toutes ces différentes formes et apprécier les circonstances qui les produisent.

En outre de leur forme différente, les éclairs ont une couleur qui varie depuis le violet jusqu'au bleu et au blanc le plus brillant. Nous avons vu quelles étaient les causes qui réagissaient sur ce phénomène dans nos expériences de cabinet.

Dans le cas qui nous occupe, nous pouvons poser en thèse générale que plus le conducteur inférieur est divisé, plus les éclairs (pour une distance donnée) présentent de blancheur dans leur aspect. Plus, au contraire, la condensation est abondante et subite, plus les éclairs prennent un aspect violacé. Il va sans dire que leur distance et leur hauteur dans l'air influent beaucoup sur cette différence de couleur, car l'étincelle échangée dans le vide est, comme on le sait, complètement violette.

Nous avons vu que dans sa circulation à travers les particules d'eau très divisée, l'étincelle électrique se créait un chemin liquide continu qui était suivi par les étincelles subséquentes jusqu'à ce que les conditions physiques du conducteur secondaire eussent changé. Pareil phénomène se reproduit quelquefois avec les éclairs atmosphériques. M. Liais a remarqué dans l'espace d'une seconde cinq ou six éclairs qui se sont succédés dans le même sillon. C'est ce qui explique la multiplicité des trous que l'on remarque sur les lieux foudroyés (1) et qui ne proviennent pas, comme on l'a souvent cru, de ramifications du même éclair. Nous avons expliqué dans la

(1) M. Liais a souvent eu occasion de les voir en assez grand nombre, et M. Arago en cite plusieurs exemples.

proposition 5, la cause de cette propension à suivre le même chemin ; nous n'y reviendrons donc pas, mais c'est encore une analogie de plus à consigner entre le phénomène des éclairs et les expériences des décharges électriques à travers les conducteurs secondaires.

Tout le monde connaît les phénomènes extraordinaires de transport occasionnés par la foudre ; on sait que des trous assez profonds se trouvent creusés en terre par cet élément, sans qu'on puisse retrouver à l'entour la terre qui les remplissait. On sait que des poutres, des objets d'un poids considérable se trouvent lancés à une certaine distance avec une force extrême. Ces phénomènes sont à celui des grains de charbon repoussés dans les expériences décrites dans la proposition 5, ce que sont les étincelles de 10 centimètres comparées aux éclairs de 1,900 à 3,000 mètres, et c'est à l'action répulsive du fluide électrique qu'ils doivent être le plus souvent attribués. Sans doute en dehors de cette action il existe des causes autres qui agissent en même temps ; telle est la volatili ation brusque, par l'électricité des liquides contenus dans quelques-uns des corps solides, volatilisation qui a pour effet l'explosion ou le déchirement de ces derniers. Telle est encore la perforation des corps non conducteurs, lorsque la foudre trouve derrière eux des masses métalliques ou un chemin plus facile pour s'écouler dans le sol ; mais ces derniers effets sont faciles à reconnaître puisque les corps transportés résultent alors d'une brisure.

L'atmosphère, comme on le sait, se trouve chargée en tout temps d'électricité, et la quantité de cette électricité varie, non seulement suivant l'état de l'air, mais encore suivant les saisons, les différentes heures de la journée, et la hauteur à laquelle on s'élève dans l'atmosphère.

Pour étudier les différentes variations électriques, on se sert ordinairement de l'électromètre. Mais MM. Peltier et

Quetelet voulant s'assurer si cette électricité atmosphérique était toujours à l'état statique, se sont servis à la fois de l'électromètre et du galvanomètre. Il est résulté de leurs remarquables observations, que pendant des temps *secs, très fortement électriques*, ce dernier instrument pouvait, pendant des journées entières, ne donner aucune trace de manifestation électrique, tandis que l'électromètre subissait les variations les plus sensibles. Ce n'est, dit M. Quetelet, qu'à l'approche des orages ou pendant *les pluies, les grêles et les neiges, etc., avec les bruines, les brouillards et tous les phénomènes aqueux* en général, que le galvanomètre fournit des indications. Mais c'est surtout *au moment de l'apparition de l'éclair* que l'aiguille se met brusquement en mouvement.

Il résulte donc de ces observations qui prouvent une fois de plus la vérité de mon hypothèse, que c'est à la conductibilité secondaire fournie à l'air par les météores aqueux que sont dus les courants électriques atmosphériques.

Après avoir ainsi exposé les divers phénomènes que présentent les éclairs en zigzags, et avoir démontré que l'hypothèse des conducteurs secondaires en rendent parfaitement compte, il me reste à exposer et à refuter les diverses objections qui ont été faites à ma théorie.

Je constate d'abord que le phénomène des zigzags des éclairs était si peu expliqué, que Kaemtz, en le reconnaissant comme tel, ajoute qu'il pourrait bien provenir des différences (quelque petites qu'elles soient), qui existent dans la constitution de l'air.

Dans un article, d'ailleurs fort bienveillant pour moi, inséré dans le journal l'*Assemblée nationale*, du 19 janvier 1854, je lis ce qui suit, au sujet de mes expériences sur les éclairs en zigzags :

« Malgré ces faits assurément très remarquables, la

longueur et la netteté des quelques lignes brisées qui composent un jet de foudre, ne nous paraissent pas encore complètement expliquées, et la résistance qu'éprouve le fluide électrique pour traverser la masse d'air en ligne droite nous paraît devoir y jouer un grand rôle. »

GIRARD DE GAUDEMBERG.

Il est évident que c'est à la résistance présentée par l'air à la transmission du fluide électrique que l'on doit rapporter l'allongement considérable du chemin parcouru par l'éclair à travers le conducteur secondaire. Sans cela l'éclair suivrait la ligne droite qui serait la plus courte. Cette objection ne prouve donc qu'en faveur de mon hypothèse.

Quant à *la longueur et à la netteté* des éclairs, qui, d'après l'article, ne paraissent pas suffisamment expliquées par mes expériences, tout le monde peut comprendre, d'après ce qui a été dit précédemment, que ce qu'il y aurait *d'étonnant* en cela, ce serait l'absence d'un conducteur inférieur qui permît à la décharge de s'effectuer à une aussi grande distance.

Dans un autre article, inséré dans la *Revue de l'Instruction publique*, M. Saigey s'exprime en ces termes, relativement à mon hypothèse :

« L'auteur, suivant nous, conclut trop vite du petit au grand. L'éclair n'affecte la forme d'une ligne brisée que dans la région des nuages; il va ensuite en ligne droite depuis cette région jusqu'au sol que la foudre vient frapper, et cependant, dans ce long trajet rectiligne, il rencontre une infinité de gouttes de pluie. Ce sont les nuages dans leur ensemble qui occasionnent les zigzags des éclairs lors de la décharge électrique à laquelle tous ces nuages prennent part. Sans doute, il doit y avoir des zigzags secondaires et infiniment petits à chaque gouttelette que la foudre rencontre sur son chemin, et ce sont des zigzags de ce genre que M. Du Moncel a reproduits dans ses expériences. »

Ce que j'ai dit des conducteurs homogènes et non homogènes répond facilement à la première partie de cette objection. Il ne résulte pas en effet de mes expériences, que la *pluie* seule, par la conductibilité inférieure qu'elle offre à la décharge électrique, ait la faculté de faire décrire des zigzags aux éclairs. Il est évident, comme je l'ai démontré dans la proposition 4, que la vapeur d'eau condensée même à l'état vésiculaire doit offrir à l'électricité développée à une très haute tension les mêmes conditions de demi-conductibilité. Or comme les nuages sont de différentes densités, comme les condensations de la vapeur d'eau peuvent s'opérer à différentes hauteurs dans l'atmosphère, le milieu à travers lequel s'échangent les éclairs, réunit bien les conditions de conductibilité et de non-homogénéité nécessaires pour leur donner l'apparence sinueuse.

D'un autre côté, il est impossible d'admettre que les zigzags soient dûs à des décharges partielles de nuages à nuages, car ils seraient beaucoup plus étendus et seraient discontinus en un grand nombre de points de leur parcours, comme cela arrive sur une très grande échelle dans les éclairs horizontaux qui se succèdent. Du reste, que ces éclairs soient échangés de nuage à nuage ou des nuages à la terre, ils n'en présentent pas moins les sinuosités et les zigzags que nous retrouvons reproduits d'une manière si frappante dans les expériences que j'ai citées. La rectitude plus grande des éclairs quand ils approchent de la terre n'infirme en rien ma théorie, car nous avons vu que les étincelles échangées au milieu d'un conducteur homogène ne sont pas en zigzags, et que la pluie, divisée qu'elle est par la résistance que l'air oppose à sa chute, constitue surtout dans le voisinage du sol un conducteur secondaire à peu près homogène.

A côté de ces objections se trouvent dans deux autres journaux, le *Journal des Débats* et le *Pays*, des appréciations .

tout à fait dans mon sens, mais inexactes dans l'interprétation du phénomène.

Voici, par exemple, ce que dit M. Foucault dans le feuilleton scientifique du *Journal des Débats*, du 6 janvier 1854 :

« M. du Moncel annonce qu'il reproduit avec l'étincelle des courants d'induction une série d'expériences analogues à celles du tableau magique. Cet appareil qui n'est guère en usage que dans les cours publics, a pour but d'exciter les décharges électriques à travers les paillettes discontinues d'un vernis chargé d'avanturine. La distribution fortuite de ces petits corps conducteurs séparés par des espaces isolants décide l'étincelle à se ramifier, et à se propager en zigzags comme l'éclair dans un nuage orageux. M. du Moncel s'est encore plus rapproché des conditions naturelles en dirigeant l'étincelle d'induction sur la vapeur d'eau condensée à la surface du verre. »

Le phénomène des zigzags dont j'ai parlé dans les propositions 3 et 4 ne peut être interprété de la même manière que celui du tableau magique. En effet les solutions de continuité ne sont pas nécessaires pour que l'expérience réussisse. Bien plus même, elles sont nuisibles au développement. Ainsi la tranche dorée d'un livre fraîchement relié ne présente pas de solutions de continuité, et l'étincelle est pourtant très longue, beaucoup plus longue et plus brillante que quand la dorure est usée. Dans ce dernier cas on distingue facilement les solutions de continuité, car elles déterminent une série de petites étincelles qui reproduisent alors les effets du carreau étincelant.

Avec la limaille de cuivre, le même phénomène se reproduit. Ainsi, quand la couche est suffisamment épaisse, l'étincelle s'échange de beaucoup plus loin que quand la limaille est clair-semée; or c'est dans ce dernier cas seulement qu'il y a solution de continuité. Il en est de même pour l'eau; cepen-

dant elle est en général meilleure conductrice que les métaux réduits à une grande ténuité.

La conclusion de tout ceci, c'est que c'est à *l'insuffisance* de conductibilité des conducteurs secondaires qu'il faut attribuer l'apparition du fluide qui les traverse.

On m'a fait encore l'objection que les étincelles fournies à grande distance de la part d'une forte machine électrique décrivent elles-mêmes des zigzags, que les jets de feu échangés à l'air libre par les conducteurs de l'appareil de Rumkorff se recourbent et présentent des sinuosités irrégulières. Je répondrai à cette objection que c'est à la *poussière* répandue *partout* et *toujours* dans l'air (laquelle poussière sert de conducteur inférieur) que sont dus ces zigzags. La preuve c'est qu'en faisant passer l'étincelle à travers l'œuf électrique dans lequel le vide est suffisamment fait pour que cette poussière soit abattue, on voit le jet de feu parfaitement droit surtout s'il s'échappe entre deux pointes métalliques. Or c'est seulement dans ce cas que l'on peut être parfaitement sûr qu'il n'y a pas de poussière dans le milieu que doit traverser l'étincelle. Du reste il suffit de secouer un torchon rempli de craie dans le voisinage de ces décharges électriques, pour multiplier considérablement les zigzags des étincelles.

Je n'insisterai pas davantage sur ces diverses discussions scientifiques, et je vais terminer cet article par quelques considérations sur le phénomène de l'éclair en boule qui est encore bien peu connu.

ÉCLAIRS EN BOULE.

M. Arago, dans sa notice sur le tonnerre, rapporte un assez grand nombre d'observations (23) sur ce phénomène, et prétend qu'en général leur apparition rappelle la trajectoire

d'un boulet de canon rougi. Voici du reste la description de quelques uns de ces éclairs récemment observés.

« Le 17 mai 1852, à 5 heures, écrivait à M. Pouillet M. de l'Epée président du conseil d'administration du chemin de fer de Rouen, le chef de la station de Beuzeville reçut du Havre, qui est à 26 kilomètres, l'avis télégraphique que le temps étant très nuageux, il y avait lieu de mettre son appareil en communication avec le sol. Il le fit, quoiqu'il n'y eût pas alors d'orage à portée. Peu après un vent violent s'éleva, des nuages épais s'amoncelèrent, et comme il ne tombait pas une goutte de pluie, le chef de la station crut que l'orage passerait pour aller tomber plus loin, et il continua le chargement d'un wagon de plâtre qu'il devait livrer au premier train. A ce moment, il était plus de 5 heures, trois coups de tonnerre violents se succédèrent à peu d'intervalle; au troisième, la foudre tomba derrière une ferme à un kilomètre environ de la station. Des arbres marquèrent le point où la brillante et forte décharge atteignit le sol. Mais au même moment on vit sortir, jaillissant de derrière les arbres, un globe de feu de la grosseur apparente d'un petit obus, d'une couleur rouge brun, décrivant une trajectoire allongée, laissant derrière lui une vive lumière, marchant avec une vitesse modérée que l'œil suivait très facilement, suivant une courbe régulière et paraissant, d'après sa direction apparente, devoir dépasser la station sans s'y arrêter. Le mouvement de ce globe et la vive lumière qu'il laissait derrière lui, le faisaient ressembler à un projectile à fusée tiré dans une école de nuit. On se le montrait avec admiration, quand on le vit se poser comme *un oiseau* sur les fils électriques à une centaine de mètres de la station. A ce moment il disparut, et toute la lumière avec lui, et cela avec la rapidité de la pensée. Il ne laissa nulle trace sur les fils ni au dessous, mais les appareils de la station furent mis en mouvement, les aiguilles tournèrent

rapidement avec un bruit strident comme celui d'un tourne-broche se lâchant tout-à-coup ou comme une meule aiguisant rapidement un fer d'où auraient jailli des étincelles. Il en sortait effectivement et en grand nombre des aiguilles de l'appareil. L'une d'elles, celle du côté de Rouen, resta affolée; toutes les vis de cette partie de l'appareil furent dévissées, et sur le cadran de cuivre près du pivot de l'aiguille, on remarqua un trou à faire passer un grain de blé. L'autre partie de l'appareil ne subit aucune altération; l'aiguille du Havre conserva sa marche régulière; son cadran, les vis, etc. restèrent intacts (1). »

Voici maintenant un exemple d'un éclair en boule qui, n'ayant pas eu de conducteur pour écouler son électricité, a fait explosion et a lancé des éclairs en zigzags sur les objets environnants.

« C'était, écrivait Mme Espère, au mois de juin 1849, le 16, je crois, un vendredi, à 6h30 du soir, le jour où le choléra sévissait le plus fortement à Paris.

» La température était suffoquante, le ciel paraissait calme dans le moment; mais on voyait des éclairs de chaleur de tous côtés.

» Passant devant ma fenêtre, qui est très basse, je fus étonnée de voir comme un gros ballon rouge, absolument semblable à la lune lorsqu'elle est colorée en rouge par des vapeurs. Ce ballon descendait lentement et perpendiculairement du ciel sur un arbre des terrains de Beaujon. Ma première idée fut que c'était une ascension de M. Grimm; mais la couleur du ballon et l'heure me firent penser que je me trompais; et, pendant que mon esprit cherchait à deviner ce que cela pouvait être, je vis le feu prendre au bas de ce globe

(1) Comptes-rendus de l'Académie des sciences, années 1852. (2e vol. page 400).

suspendu à 15 ou 20 pieds au-dessus de l'arbre. On aurait dit du papier qui brûlait doucement avec de petites étincelles et flammèches; puis, quand l'ouverture fut grande comme deux ou trois fois la main, tout-à-coup une détonation effroyable fit éclater toute l'enveloppe et sortir de cette machine infernale une douzaine de rayons de foudre en zigzags qui allèrent de tous côtés, et dont l'un vînt frapper une des maisons de la Cité, le n° 4, où il fit un trou dans le mur comme l'aurait fait un boulet de canon; enfin, un reste de matière se mit à brûler avec une flamme blanche vive et brillante et à tourner comme un soleil de feu d'artifice (1). »

Bien qu'étant assez rares, ces éclairs en boule peuvent se reproduire plusieurs fois dans le même orage. En voici un exemple:

« Au mois de juin 1852, écrit M. Al. Meunier, je longeais la rue Montholon, entre 11 h. et 11 h. 30 du soir, lorsque la foudre éclata avec une violence peu ordinaire à Paris. J'y fis d'abord peud'attention et je continuai ma route; mais, vers le milieu de la rue, un éclair immense brilla tout-à-coup et fut suivi presque instantanément d'un coup de tonnerre semblable à une décharge d'artillerie. Il me sembla voir une bombe énorme, lancée avec violence, qui éclatait avec fracas au milieu de la voie publique. Dans le moment, cette espèce de globe qui avançait me fit l'effet de la lune se détachant du ciel. C'était à-peu-près la même dimension, et je dirais presque la même couleur. Ce coup ne ralentit pas ma marche; car je me rappelais ce qu'on dit, que lorsqu'on a vu l'éclair, on n'a plus rien à craindre. Je me contentai de renfoncer mon chapeau que le vent ou la commotion produite par la décharge électrique, avait rejeté en arrière, et je continuai

(1) Comptes-rendus de l'académie des Sciences, année 1852 (2e vol. page 192).

sans accident jusqu'à la place Cadet. Au moment où je posais le pied sur le trottoir, je vis s'avancer, un peu obliquement, un nouveau globe de feu, semblable au premier, mais qui avait à la partie supérieure une espèce de flamme rouge, qu'on peut comparer à la mèche d'une bombe, quoiqu'un peu plus grosse. Ce globe, qui n'avait pas été précédé d'un éclair, au moins pour moi, descendit avec une effrayante rapidité, éclata dans la rue avec un bruit tel que je n'ai jamais rien entendu de semblable, et me donna une si violente secousse sur le côté droit, que je fus jeté contre la muraille. Le coup ne me parut sans doute si bruyant que par ce que je me trouvais en position de le parfaitement entendre; mais ce qui m'a surtout paru remarquable, c'est la forme sphérique de la foudre. Mes souvenirs à cet égard sont des plus précis. Quant à l'accident en lui-même, il n'eut pas de suites bien fâcheuses: j'en fus quitte pour une quinzaine de jours sans pouvoir digérer. J'ajouterai, en terminant, que ce coup de tonnerre termina l'orage, et que le lendemain, les journaux annoncèrent que la foudre était tombée dans les environs, rue Lamartine, je crois (1). »

Il serait facile de réunir un nombre considérable d'exemples de ce genre de phénomènes; mais comme ils présentent tous à peu près les mêmes caractères, je bornerai là mes citations, pour exposer la théorie que j'ai proposée de cet étonnant météore.

Il résulte des descriptions précédentes : 1° que toujours le globe de feu est rouge; 2° qu'il est un foyer d'électricité; 3° qu'il ne se manifeste qu'au moment d'un orage et sans détonation; 4° que sa marche est lente comparée à celle de l'éclair; 5° qu'il peut être ou ne pas être le prolongement d'un éclair.

(1) Comptes-rendus de l'Académie des Sciences, année 1852 (2e vol., page 192).

Si l'on se rappelle l'expérience décrite dans la proposition 4 des étincelles terminées par des boules rouges et que l'on recherche les diverses circonstances dans lesquelles ces boules doivent se produire, on ne tardera pas à saisir une certaine analogie entre ce genre de phénomène et les météores dont nous venons de parler.

Que faut-il en effet pour que ces boules de feu apparaissent dans nos expériences de cabinet? Il faut que la couche d'eau servant de conducteur inférieur présente des solutions de continuité très petites par rapport à son étendue et qu'elle soit elle-même tellement disposée que, malgré ces solutions de continuité, l'étincelle sollicitée par l'influence électrique ait avantage à les traverser. Or, comme l'étincelle échangée très près d'un liquide est rouge, elle forme comme un globe de feu qui persiste et qui semble brûler tout le temps que le conducteur secondaire reste dans les mêmes conditions. Si dans cette circonstance on place à portée de ce globe un corps conducteur, on en soutire un petit jet lumineux qui, en changeant les conditions du conducteur inférieur, fait disparaître le globe lui-même. Si la solution de continuité dont nous avons parlé est plus grande et présente sur le trajet de l'étincelle quelques gouttelettes liquides, une étincelle plus longue se trouve provoquée; mais elle est alors terminée par la boule rouge dont nous avons parlé. Il peut arriver même que plusieurs étincelles et plusieurs globes de feu se trouvent échangés à la fois de cette manière et en différents points du conducteur liquide.

Sans doute, il est difficile de trouver dans l'atmosphère, au moment de l'apparition des éclairs en boule, les conditions que nous venons de développer, d'autant plus que la présence d'un conducteur trop discontinu, trop divisé, comme la pluie, ne peut être invoquée. Mais si l'on réfléchit que l'électricité développe au plus haut point l'évaporation,

comme l'a démontré M. Peltier, et que l'air saturé d'humidité peut devenir très bon conducteur de l'électricité, comme l'assurent MM. Kaemtz, Arago, et d'autres physiciens, on pourrait peut-être rechercher dans cet élément le conducteur continu nécessaire pour la production en grand du phénomène des boules de feu précédemment décrit. On pourrait alors supposer que les décharges électriques, qui précèdent ordinairement l'apparition des éclairs en boule, détruisent dans certains endroits l'homogénéité de saturation des couches humides électrisées, et que cette non-homogénéité pourrait jouer le rôle des solutions de continuité dont nous avons parlé. Dès lors la foudre à l'état latent dans les couches d'air humide, se montrerait, déterminerait une étincelle continue qui serait le globe de feu en question, et la marche de ce globe ne serait que le résultat des variations de conductibilité opérées dans les couches d'air humide par les réactions électriques des nuages orageux et les courants d'air.

Dans cette hypothèse, l'explosion du globe de feu et les éclairs qu'il lancerait ne seraient autre chose que la décharge électrique, déterminée par les corps à portée desquels se trouverait le météore, et qui aurait pour effet son anéantissement, comme nous l'avons reconnu dans les expériences en petit que j'ai citées.

Pour établir d'une manière plus certaine la vraisemblance de mon hypothèse, je vais en discuter plusieurs points : 1° la possibilité de la circulation à l'état latent dans l'air humide de l'électricité sollicitée par les nuages orageux; 2° la possibilité de l'apparition de cette électricité sous la forme d'un globe de feu non bruyant; 3° la manière dont peut s'opérer le déplacement du météore; 4° comment ce globe de feu peut donner lieu à une décharge et disparaître en même temps.

1er point. — Dans mon hypothèse j'admets que c'est

l'électricité terrestre dégagée à un haut degré de tension par l'influence d'un nuage orageux, qui se trouve conduite par un courant ascendant d'air humide. Si cette tension n'est pas suffisante pour donner lieu à une recomposition subite entre l'électricité du nuage et l'électricité du conducteur humide, celle-ci doit s'écouler à une certaine hauteur dans l'atmosphère, comme l'étincelle provoquée de la part de la machine électrique à une distance trop grande. Si l'air était parfaitement sec, la présence de cette électricité qui s'écoule se manifesterait par une phosphorescence ou une aigrette de feu, et l'exemple que nous avons cité des gouttes d'eau, grêlons et flocons de neige lumineux, le prouve de la manière la plus certaine. Mais il n'en est pas ainsi, et l'air humide en servant de conducteur à l'électricité la contient à l'état latent, quoiqu'elle soit en mouvement. C'est même à cet écoulement que sont dues les indications d'électricité dynamique atmosphérique dont nous avons précédemment parlé, au sujet des expériences de M. Quetelet.

La présence de la foudre dans le milieu où nous vivons, et sans que nous en ressentions les effets, n'a rien d'ailleurs qui puisse étonner, puisqu'il résulte des nombreuses observations citées par M. Arago, qu'on peut traverser un nuage orageux au milieu duquel éclate la foudre sans qu'on s'aperçoive de la plus petite différence entre lui et les autres nuages, même au point de vue physiologique. Du reste, il doit en être ainsi puisque, dans ce cas, les corps participent à la conductibilité du milieu dans lequel ils sont plongés, et que la foudre n'exerce ses effets désastreux qu'au moment où elle entre dans les corps conducteurs, et à celui où elle en sort. L'expérience de l'électrisation d'une personne sur le tabouret isolant est une preuve bien frappante de ce fait, puisqu'elle ne ressent l'effet électrique qu'au moment où on provoque l'étincelle de quelque partie de son corps.

2e *point*. — Pour obtenir que cette électricité devienne visible à travers le conducteur humide, que faut-il?... que quelques parties de ce conducteur par une circonstance quelconque viennent à présenter une longue et étroite bande isolante, en opposition avec l'action la plus efficace du nuage orageux sur le fluide terrestre. Alors cette électricité en mouvement dans le conducteur humide se trouve en partie arrêtée. Mais comme elle possède une tension considérable, surtout dans cette partie du conducteur, elle franchit cet obstacle sans bruit puisqu'il n'y a pas décharge, et se présente sous la forme d'un globe de feu, parceque l'étincelle électrique immobile, surtout quand elle traverse un conducteur inférieur, a la forme d'une sphère lumineuse. C'est ce dont on peut se convaincre en provoquant cette étincelle de la part des deux conducteurs de la machine de Rumkorff au milieu de la flamme d'une bougie. Du reste, si l'on se rappelle que le plus souvent ces globes de feu présentent, en l'un des points de leur périphérie, une espèce d'aigrette de feu qui leur donne l'apparence d'une bombe munie de sa mèche, on reconnaîtra dans cette circonstance du phénomène le point qui le relie soit à la réaction électrique primitive, soit à la réaction électrique subséquente.

Il pourrait se faire aussi que l'irradiation entrât aussi pour beaucoup dans cette forme alors affectée par l'éclair, car on sait que c'est par cette cause que tout foyer lumineux vu de loin parait sphérique.

Les expériences de cabinet fournissent beaucoup d'exemples d'étincelles échangées dans les circonstances précédentes. Prenez, par exemple, un corps conducteur un peu long, présentez-le horizontalement à une petite distance de celui de la machine en ne le faisant toucher que par un seul point: plusieurs étincelles s'échangeront entre les deux conducteurs, en même temps que l'électricité sera soutirée par le point de

contact. Avec les conducteurs secondaires dont j'ai parlé pour les expériences de la machine de Rumkorff, ce phénomène se présente continuellement. Voici du reste une observation d'éclair produit entre deux lobes d'un même nuage, qui est tout-à-fait concluante.

« Il y a cinq ou six ans, dans le courant de l'été, dit M. Cornuel (comptes-rendus de l'Académie des sciences, année 1852, volume 2, page 738), j'examinais de ma fenêtre l'état de l'atmosphère après un orage. Il était dix heures du soir, l'azur du ciel était très pur, l'air très calme et il n'y avait plus que quelques nuages moutonnés très distants les uns des autres, et passant très lentement. Un de ces nuages de médiocre étendue et dont le centre pouvait être à 25° au-dessus de l'horizon, attira mon attention, parceque ses bords étaient argentés par la lumière de la lune qu'il cachait et qui était alors dans son plein. Trois minutes au moins avant la réapparition de l'astre, je fixais le bord par lequel, vulgairement parlant, je supposais que la lune se dégagerait du nuage. Ce bord était divisé en deux parties, l'une supérieure, l'autre inférieure, imitant en grand à peu près deux lobes d'une feuille de chêne. Tout à coup je vis un jet électrique semblant avoir la grosseur du doigt et lancé latéralement de la partie supérieure sur la partie inférieure du nuage, en suivant une courbe régulière. Il n'en résulta ni changement dans la forme du nuage, ni bruit, ni fulguration, et je ne puis mieux décrire ce phénomène, qu'en le comparant à un jet instantané de métal en fusion lancé par un orifice latéral et tombant sans autre vitesse que celle que lui imprimerait son propre poids. Son apparence était plutôt celle d'une veine liquide incandescente que celle d'un trait fulminant.

» J'ai continué à observer le nuage pendant près de vingt minutes, mais il s'est éloigné lentement sans en attirer d'autres, en conservant presque la même forme et sans don-

ner de nouveaux signes d'électricité. *Rien n'indiquait qu'il y eût deux nuages, que la perspective aurait* fait prendre pour un seul. »

Un autre fait qui prouve que c'est bien au simple écoulement du fluide électrique que sont dus les éclairs en boule, c'est le *sifflement* qui les accompagne souvent. Pour n'en citer qu'un exemple, je trouve dans la notice de M. Arago, page 259, que le 3 juillet 1725 un orage ayant fondu sur le territoire d'Aynho, dans le Northamptonshire, le tonnerre tua un berger et cinq moutons. Au plus fort de la bourrasque, le révérend John Wasse vit un globe de feu gros comme la lune, et *entendit le sifflement* qu'il produisait dans l'atmosphère en passant au-dessus de son jardin.

Il est facile de comprendre que si la partie isolante, dont nous avons parlé, était assez large, l'étincelle s'allongerait et, comme dans les expériences rapportées, elle se terminerait par une boule de feu. Schübler, dont le nom est si bien connu des météorologistes, fait mention d'éclairs observés par lui-même, qui offraient l'apparence d'un courant de feu gros comme le bras, terminé par une boule plus large et plus brillante. Le professeur Muncke rapporte de son côté, qu'un éclair de cette nature s'était transformé sous ses yeux en un grand nombre de petites boules, ce qui répond parfaitement à mes expériences.

3e *point.* — Pour obtenir au milieu du courant ascendant humide ces bandes transversales isolantes nécessaires à la production du phénomène, il suffit d'un courant d'air froid et sec venant accidentellement d'un lieu placé dans des circonstances convenables. Or, ces conditions sont difficiles à rencontrer, et c'est ce qui fait que le phénomène se produit si rarement. Ces courants d'air peuvent être excités par les décharges électriques qui ont lieu pendant l'orage, ils peuvent varier rapidement de direction, d'inclinaison, comme

l'atteste l'affolement de la girouette en ces moments-là, et comme l'air qu'ils transportent ainsi est mauvais conducteur, il en résulte que le courant qui le traverse doit être lumineux.

Si l'on considère maintenant que la présence d'un courant d'air froid et sec, au milieu d'une couche d'air chaud et humide, ne peut être de longue durée, et que les conditions de mauvaise conductibilité ne peuvent subsister que pendant un temps très court, il devient facile de comprendre la marche du globe de feu, marche qui doit varier avec la direction et la durée de ce courant d'air accidentel. En un mot, le météore doit suivre le courant d'air qui le produit.

Pour qu'on puisse bien se rendre compte de ces mouvements et de la forme régulière qu'affecte la trajectoire de ces globes de feu dans leur déplacement, supposons que le courant d'air froid qui les a produits se trouve dans la direction du sud-est au nord-ouest avec une inclinaison de 35°, et admettons qu'au bout d'un instant ce courant d'air ayant tourné avec le vent se trouve dans la direction du sud-ouest au nord-est avec une inclinaison de 50°. Pour passer de la première position à cette dernière, il aura évidemment dû parcourir toutes les directions intermédiaires avec une inclinaison de plus en plus prononcée. Mais en se déplaçant ainsi, ce courant d'air change la position du globe de feu dont il est la cause, de sorte que celui-ci en apparaissant aux divers points de l'arc que le vent a fait décrire au courant pour aller du sud-est au sud-ouest, et pour aller du 35e degré au 50e d'inclinaison, se trouve décrire lui-même une courbe régulière analogue à la trajectoire d'un boulet de canon rougi.

4e point. — D'après l'hypothèse que nous avons faite de la formation des éclairs en boule, on peut conclure qu'ils représentent une partie de l'électricité développée à une haute

tension sous l'influence des nuages orageux. Cette électricité est en mouvement parce qu'elle est appelée sans cesse vers les nuages; mais si un corps conducteur se trouve dans le voisinage et que cette électricité ait agi en même temps sur lui parce qu'il se sera trouvé au milieu du courant d'air sec, il peut arriver que la décharge sur ce conducteur devienne plus facile que la recomposition lente par le courant ascendant humide ; alors des éclairs partent du globe de feu ou plutôt le globe de feu se change en véritables éclairs qui, en déchargeant l'électricité développée dans le conducteur humide, anéantissent le globe de feu après l'avoir divisé.

On comprend d'ailleurs que si, par l'effet des variations dans la direction des courants d'air, le globe fulminant se trouve rencontrer un bon conducteur communiquant avec le réservoir commun, l'écoulement électrique se fait directement et sans bruit par ce conducteur, et le globe lui-même disparaît comme quand il a fait explosion à la suite d'une décharge par influence. C'est précisément ce qui est arrivé dans le phénomène observé à la station de Beuzeville et que nous avons rapporté au commencement de ce chapitre sur les éclairs en boule.

Une preuve que c'est bien à la présence des courants d'air sec que sont dus les éclairs en boule, c'est leur présence au milieu d'une rue sans qu'ils éclatent. On sait en effet que les courants d'air se trouvent tellement modifiés quand ils s'engouffrent dans une rue, qu'ils ont presque toujours pour direction celle de la rue. Il en résulte donc que les maisons qui la bordent des deux côtés ne se trouvant pas dans le courant d'air sec, ne peuvent donner lieu à une décharge latérale, et comme dans ce cas la variation de direction des courants d'air ne réagit que par raffales alternées de calmes, le globe se trouve naturellement suivre le courant ou la raffale qui lui a donné naissance. Voici un exemple frappant de ce cas de foudre globulaire.

« Dans l'année 1841, écrit M. Butti, peintre à Milan, au mois de juin, j'étais logé à Milan au second dans l'hôtel de l'Agnello dans une chambre qui donnait sur la Corsia dei Servi. C'était dans l'après midi vers six heures, la pluie tombait à torrents, les éclairs illuminaient les pièces les plus sombres mieux que ne fait le gaz chez nous. Le tonnerre éclatait avec un bruit effroyable. Les fenêtres des maisons étaient fermées, la rue était déserte, et la voie publique était convertie en torrent. J'étais assis tranquillement, fumant mon cigarre et regardant à travers ma fenêtre ouverte la pluie qui, illuminée de temps en temps par le soleil, se dessinait en filets d'or, lorsque j'entendis dans la rue plusieurs voix d'enfants et d'hommes qui criaient : *Guarda ! Guarda !* (regardez ! regardez !) et en même temps j'entendis le bruit de quelques souliers ferrés. Habitué depuis une demi-heure au silence humain, le bruit dont je parle m'éveilla; je courus à la fenêtre, et tournant la tête du côté d'où venait le bruit, c'est-à-dire à droite, la première chose qui frappa mes yeux fut *un globe de feu* qui marchait au milieu de la rue et au niveau de ma fenêtre dans une direction, non pas horizontale, mais sensiblement oblique.

» Huit ou dix personnes du peuple, continuant à crier *Guarda !* les yeux fixés sur le météore, l'accompagnaient en marchant dans la rue d'un pas que les soldats nomment le pas forcé. Le météore passa tranquillement devant ma fenêtre et m'obligea à tourner la tête du côté gauche pour savoir comment finirait son caprice. Après un moment, craignant de le perdre de vue derrière les maisons qui sortaient de la ligne de celle dans laquelle j'étais logé, je descendis en hâte dans la rue, et j'arrivai encore à temps pour le voir et me joindre aux curieux qui le suivaient. Il marchait toujours aussi lentement, mais il s'était élevé, car j'ai dit qu'il allait obliquement, de manière que, après trois minutes encore de

marche toujours montante, il alla heurter la croix du clocher de l'église *dei Servi* et disparut. Sa disparition fut accompagnée d'un bruit sourd comme celui que peut faire un canon de 36 entendu à la distance de 15 milles avec un vent favorable.

» Pour donner une idée de la grandeur de ce globe igné, de sa couleur, je ne puis que le comparer à la lune, telle qu'on la voit se lever sur les Alpes pendant les mois d'hiver et par une nuit claire; c'est-à-dire d'un jaune rougeâtre avec quelques taches plus rouges encore. La différence est qu'on ne voyait pas les contours précis dans le météore comme on les voit dans la lune; mais qu'il semblait enveloppé dans une atmosphère de lumière dont on ne pouvait pas marquer la limite précise. »

La discussion précédente éclaire bien la question des éclairs en boule dans l'atmosphère; mais leur présence à l'intérieur des édifices foudroyés est plus difficile à expliquer. Ces globes seraient-ils alors de même nature ou proviendraient-ils d'une autre cause? Je ne saurais rien préjuger à cet égard.

M. Besnou, habile chimiste, dont je m'honore de posséder l'amitié, a émis sur ces phénomènes une opinion tout-à-fait nouvelle et que je crois intéressant de rapporter ici. Voici ce qu'il dit à ce sujet, dans un mémoire imprimé dans le 1^er^ volume des Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Cherbourg:

« L'eau d'orage, dit-il, est assez riche en iode et en sels ammoniacaux. C'est un fait acquis par les expériences de M. Chatin et de M. Liebig. Moi-même, j'ai été étonné de la facilité avec laquelle on retrouve et constate l'iode dans quelques litres seulement d'eau d'orage, en opérant soit à Brest, soit à Cherbourg.

» L'on sait avec quelle promptitude l'ammoniaque peut réagir sur l'iode dissous ou simplement divisé, et former de l'*iodure d'azote*, corps *intactile* par excellence.

» En effet, qui n'a pu remarquer, en préparant de l'iodure d'azote, combien cette combinaison est instable, comme elle détonne avec fracas lorsqu'elle est bien lavée et qu'elle arrive à la dessiccation complète, sans cependant qu'on la touche ni même qu'il y ait un courant d'air?

» Si l'on dispose sur une feuille de papier des mouchetures d'iodure d'azote, qu'on le fixe avec un peu de colle sur une planchette et qu'on l'abandonne dans un local, surtout au contact des rayons solaires directs, l'on entend, à mesure que la dessiccation marche, des crépitations d'abord, puis des détonations partielles plus ou moins fortes, énormes quand elles résultent de quelques grains seulement.

» Serait-il donc impossible d'admettre qu'il puisse se former dans les nuages une réaction analogue, une combinaison iodurée de l'ammoniaque existant sans doute dans les régions élevées avec l'iode en vapeur et de l'eau vésiculaire? Je sais combien cette idée est vague et peut être gratuite en l'état actuel de la science à ce sujet; mais bien d'autres hypothèses scientifiques ont été émises, qui n'avaient pas les probabilités de celle-là. Qu'y aurait-il alors d'étonnant que ces combinaisons iodurées constituassent ces éclairs en boule pour lesquels plusieurs physiciens ont admis une matière pondérable? Il est même à remarquer que ces sortes d'éclairs se comportent au moment de l'explosion comme l'iodure d'azote, et en général tous les corps fulminants, c'est-à-dire qu'il y a production de bruit intense et peu d'effets de destruction, caractère qui distingue les corps fulminants des corps détonants. (1) »

Ainsi, comme on le voit, les éclairs en boule ne seraient autre chose, d'après l'hypothèse de M. Besnou, qu'une com-

(1) *De l'état de l'iode dans l'atmosphère, et de la possibilité de la formation de l'iodure d'azote dans les orages.* par M. Besnou. Mém. de la Soc. des Sc. nat. de Cherbourg, t. I, p. 103. 1853.

binaison d'iodure d'azote sur le point d'éclater et qui, étant poussée par le vent ou un courant d'air, se trouverait animée d'une vitesse bien minime, il est vrai, comparativement aux éclairs en zigzags.

Voici quelques renseignements fort curieux sur la manière dont s'effectuent les décharges électriques dans les hautes régions de l'atmosphère et qui confirment pleinement ma théorie des éclairs. Ils sont donnés par M. John West, le plus célèbre des aéronautes américains, qui a étudié d'une manière toute spéciale les phénomènes météorologiques qui se produisent à de grandes hauteurs.

« Pour une décharge verticale, dit-il, qui atteint la terre, il y en a cinquante horizontales perdues dans l'atmosphère, et ces dernières se font à la surface de nuages inférieurs à celui d'où part la foudre.

» Dans les orages avec pluie, il y a toujours deux couches de nuages superposées, et les plus fortes décharges électriques, alors que la pluie et la grêle tombent plus dures et serrées, ont toujours lieu de la couche supérieure à la couche inférieure.

» Si la pluie tombe modérément et que le nuage inférieur soit dense et non brisé ou interrompu, l'électricité emportée par chaque goutte d'eau est silencieusement absorbée par le nuage inférieur. Si au contraire la pluie tombe à torrents, et si le nuage inférieur qu'elle doit traverser n'est pas dense, ou bien s'il est discontinu et interrompu ça et là, il en résulte de violentes décharges dans une direction en général horizontale. Si ces décharges sont plus intenses encore, elles traversent quelquefois la couche nuageuse inférieure tout entière et se dirigent obliquement vers la terre, détruisant tout ce qui se trouve sur leur passage et enflammant toutes les substances combustibles. S'il n'y a pas de couche nuageuse inférieure au sein de laquelle les gouttes d'eau perdent

leur électricité, la terre recevra comme *une pluie de feu* en même temps qu'une pluie d'eau, et c'est ce que j'ai vu se produire dans toutes les grandes averses qui avaient lieu par un temps orageux.

» Si en hiver les décharges électriques sont rares dans les pluies d'orage, c'est qu'il se forme toujours alors une couche basse de nuages très denses, qui absorbent l'électricité ***apportée par les gouttes de pluie*** à mesure qu'elles arrivent en contact avec eux *sans qu'il puisse y avoir explosion.* »

Il n'entre pas dans mon but de parler ici des effets extraordinaires des éclairs. M. Arago, dans son admirable notice sur le tonnerre, a résumé tous les faits les plus curieux. Je termine ce mémoire en disant que les différentes expériences tentées pour déterminer la vitesse d'apparition de l'éclair en zigzags, lui ont assigné une durée moindre qu'un millième de seconde.

ANALYSE

DES

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ

RÉDIGÉE PAR LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL.

Séance du 10 octobre 1853.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Appareils de sauvetage.* — M. E. Tremblay, capitaine d'artillerie de marine, présente à la Société un modèle en petit, d'un appareil de sauvetage qu'il a imaginé. L'appareil de grandeur naturelle n'occupe que la place d'une malle ordinaire. Il consiste en une fusée de guerre de 95 millimètres, le plus gros calibre actuellement en usage, dont l'obus est remplacé par des crochets en fer et un chapiteau en bois de forme ogivale. Ce chapiteau est percé, suivant son axe, d'un trou central destiné à recevoir les instructions écrites à envoyer. La fusée est dirigée par une baguette à laquelle est attachée une chaine en fer qui reçoit la corde à transporter. L'extrémité de cette corde est recouverte en basane, sur une longueur de 2 mètres, pour la garantir du feu. La corde logée dans la caisse est enroulée en bobine autour d'un arbre en bois, lequel, retiré après l'opération, laisse un creux dans lequel se placent les verges

des grappins. Le développement commence par la couche centrale, à travers un trou ménagé dans la cloison antérieure. Toutes les parties de l'appareil sont calculées pour supporter une résistance de 1,000 kilogrammes. Sur le couvercle de la caisse, est adapté un auget dont les côtés sont mobiles et à rabattement. C'est dans cet auget comme affût, qu'est placée la fusée. Le pointage en hauteur se fait à l'aide d'un double quart de cercle tracé sur un des côtés de la caisse, et le pointage en direction a lieu au moyen de deux tringles placées sur le même côté. Dans des expériences faites à Toulon, la fusée a porté avec vent arrière, une corde de 13 millimètres de diamètre jusqu'à près de 400 mètres, et avec vent debout, jusqu'à 310 mètres. Comme on le voit, cet appareil peut donc servir à établir une communication entre un navire et la terre à l'aide d'une corde, et l'on sait combien d'hommes ont péri, combien de navires ont perdu leurs embarcations, dernier salut de l'équipage, dans de vaines tentatives pour établir de semblables communications. Au premier abord, une objection se présente : on peut se demander si cet appareil n'expose pas la vie des hommes qui pourraient être atteints par la fusée ; mais pour peu qu'on y réfléchisse, on voit que le danger est à peu près nul, dans le cas où l'on ne chercherait pas à éviter l'appareil, puisque la fusée passe au-dessus du navire, et qu'il disparaît complètement si les hommes, le regard attaché sur la fusée, se déplacent dans le sens voulu pour qu'elle ne puisse les atteindre. L'appareil de M. Tremblay peut être placé à terre pour lancer une corde au navire naufragé, ou bien, ce qui serait beaucoup plus avantageux, chaque navire devrait porter son appareil de sauvetage avec lequel il pourrait lancer une corde à terre, et il est évident que ce second cas est le seul rationnel, car 1° il est impossible de couvrir toutes les côtes du globe de ces appareils; 2° en visant un navire,

on peut manquer le but, ce qui n'aura pas lieu en visant du bord à terre ; 3° enfin, dans le plus grand nombre de cas, le navire est poussé à la côte par le vent et alors, du bord, on aurait vent arrière pour lancer la fusée, tandis que de terre, on aurait vent debout. Toutefois on pourrait avec avantage placer ces appareils sur les points du littoral où les naufrages sont le plus à craindre et où les appareils ne pourraient être utilisés du bord sans danger pour les habitants de la côte, mais il faudrait d'abord en munir les navires, et c'est particulièrement dans ce but que l'auteur a travaillé.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Moteurs à air*. — M. Emm. Liais entretient la société des perfectionnements que M. Ericsson apporte à son moteur à air. Les renseignements que l'on possède sont bien vagues ; cependant quelques journaux ont annoncé que M. Ericsson venait de transformer sa machine en une machine à double effet, à haute pression, dans laquelle le même air est constamment employé. A ce sujet, M. Liais rappelle qu'il a, le premier, démontré dans un mémoire adressé à l'institut le 7 février dernier, que les machines à air devaient être à haute pression non seulement pour diminuer l'encombrement, mais encore par suite de quelques propriétés physiques de l'air. Quant à la machine à double effet, M. Liais l'a décrite dans le même mémoire, malgré les raisons que l'on prétendait donner pour faire les machines à simple effet, raisons qui lui paraissaient mauvaises alors, comme elles ont paru, sans doute, depuis à M. Ericsson, puisqu'il change sa machine.

Séance du 24 octobre 1853.

ENTOMOLOGIE ET BOTANIQUE. — M. Bertrand-Lachênée entretient la société des résultats de ses explorations dans l'arrondissement. Il cite parmi les insectes qu'il a trouvés

dans le ruisseau que l'on rencontre à peu de distance de l'église de Sainte-Croix, sur le chemin de Biville, les *Haliplus impressus* Latr., *Agabus didymus*, *A. paludosus*, *A. brunneus*, et *A. bipustulatus* Aubé, *Hydroporus planus* Aubé, *Hydrophilus minutus* et *H. globulus* Latr. Dans le même ruisseau qui coule sur le grès intermédiaire, il a remarqué entre autres plantes l'*Elodes palustris* Spach, et le *Montia rivularis* Gmel. — M. Bertrand-Lachênée a aussi recueilli, à Helleville, l'*Euphrasia officinalis*, L. type, plante bien moins commune aux environs de Cherbourg que sa congénère l'*Euphrasia nemorosa* Pers.

Géologie. — M. J. Lesdos entretient la Société de la présence dans les granites de la côte de l'Est de Cherbourg de diverses espèces minérales, entre autres de variétés d'amphibole et d'épidote qui peuvent servir à distinguer ces granites des roches semblables du canton des Pieux et de celles du sud du département ; la présence ou l'absence de certains minéraux s'accorde en effet avec les différents caractères physiques des éléments essentiels du granite. L'auteur annonce qu'il donnera à la Société une liste des espèces minérales que l'on trouve dans le terrain granitique du nord du département.

Météorologie. — *Baromètre électrique à maximâ et à minimâ.* — M. Emm. Liais passe rapidement en revue les divers systèmes d'enregistreurs météorologiques que l'on a inventés, et signale leurs inconvénients, en rappelant les causes qui ont empêché les météorologistes de les adopter. Il insiste surtout sur la nécessité de ne pas employer de frotteurs dans les barométrographes, si l'on veut avoir des observations comparables, sur l'inconvénient des crayons dont les pointes sont toujours endommagées, sur l'inexactitude des observations tracées sur du papier, indications sans valeur, que les météorologistes n'adopteront jamais. Il parle de l'emploi de la

photographie à l'observatoire de Greenwich, pour obtenir des indications continues des instruments météorologiques, mais cet emploi, qui fournit d'ailleurs de très bons résultats quant à l'exactitude, a le défaut d'exiger l'entretien continuel d'une vive lumière, et de prendre les proportions d'une expérience (ce qu'il faut éviter avec soin), enfin il est dispendieux. L'auteur ajoute qu'il a reconnu, comme tous les observateurs, que les instruments météorologiques doivent être d'un emploi facile et prompt, et que l'observation doit se réduire à une simple lecture. Il rappelle que M. Wheatstone a fait des instruments dont les indications s'inscrivent, s'impriment même en caractères ordinaires, de cinq en cinq minutes; mais ces instruments sont d'un prix très élevé et la complication de leur mécanisme fait qu'ils sont souvent dérangés. M. Liais s'attache à faire voir que des instruments donnant les indications maxima et minima, avec l'heure de ces limites extrêmes, suffisent parfaitement aux besoins de la météorologie, en les observant le matin et le soir, à des heures même variables. De plus, pour les observations horaires des instruments ordinaires, ils facilitent l'interpolation dans le cas d'observations manquantes, et lui donnent beaucoup plus d'exactitude, enfin ils comblent la lacune que laisse l'absence d'observations pendant la nuit. En ramenant ainsi le problème à la construction d'instruments à maximâ et à minimâ, on fait disparaître la complication. Le baromètre à maximâ proposé par l'auteur, consiste en un baromètre à siphon à large tube, dont le mercure est en communication avec l'un des pôles d'une pile de Daniell. Dans chaque branche descend une tige en fer ou en platine terminée par une pointe, et mise en communication avec l'autre pôle de la pile, de sorte qu'il se produit un courant partiel quand le mercure touche l'une de ces pointes. Dans chacun de ces courants partiels, existe un électro-aimant dont l'armature agit sur

une détente arrêtant le mouvement de rotation d'une vis. Cette vis règle l'ascension des pointes de platine et est sollicitée à se mouvoir par un poids. Celle des tiges de platine qui se trouve dans la chambre barométrique, n'y parvient qu'en traversant le tube d'un baromètre auxiliaire dont la chambre est en communication avec la première, et cette tige est recourbée dans la cuvette du baromètre auxiliaire, afin que l'air ne puisse s'introduire dans la chambre barométrique, en suivant cette tige. Par cette disposition, la capillarité dans le tube qui fournit les indications, n'est pas modifiée par le passage de la tige. On conçoit aisément que, de cette manière, les pointes de platine s'élèvent jusqu'à la plus grande hauteur de la colonne mercurielle dans chacune des branches et s'y arrêtent. Comme les courants très faibles qui ont déterminé ce mouvement, ont été d'une durée très courte, il n'y a pas eu d'élévation sensible de température dans la colonne qui est restée toujours parfaitement libre, condition que l'on n'avait encore obtenue qu'avec la photographie, et qui donne une très grande exactitude à la position des index. Au lieu d'un baromètre à siphon, on pourrait employer deux baromètres à un niveau constant; dans l'un ce serait le niveau inférieur, dans l'autre le niveau supérieur; par là le mouvement serait deux fois plus grand. Pour que les maxima et minima barométriques absolus répondent toujours aux positions extrêmes de la colonne mercurielle, il faut que la température reste sensiblement constante dans l'intervalle de deux observations. On obtient aisément ce résultat en renfermant l'instrument dans une série d'enveloppes peu conductrices. Pour avoir l'heure du maximum, un cadran est mû par un horloge, une aiguille est entraînée par ce cadran, mais, chaque fois que le courant est établi, elle est ramenée contre un butoir fixe, en face duquel se trouve passer l'heure de cet instant. La posi-

tion que l'aiguille a prise la dernière fois que le courant a été établi, indique donc l'heure du maximum; une autre aiguille indique de même l'heure du minimum.

MÉTÉOROLOGIE. — *Thermomètres électriques à mercure à maximâ et à minimâ donnant l'heure des limites extrêmes.* — M. Emm. Liais fait remarquer qu'en appliquant au thermomètre une disposition analogue à celle qu'il a décrite pour le baromètre *à maximâ*, on obtient un thermomètre à maximâ donnant l'heure du maximum. Pour le thermomètre à minimâ, il y a une disposition à prendre pour que le courant ne passe pas d'une manière continue dans la colonne, ce qui fausserait les indications par une élévation de température, Alors ce n'est pas dans le tube thermométrique que plonge la pointe en platine. Elle est supportée par un flotteur plongeant dans le thermomètre qui est en communication avec un des pôles (ici il n'y a pas d'inconvénient à se servir d'un flotteur, pourvu qu'il n'y ait pas de force à faire pour vaincre le frottement d'un crayon), et cette pointe se recourbe pour plonger dans une capsule pleine de mercure dont la vis règle la descente, et qui est en communication avec l'autre pôle. Les autres dispositions sont semblables à celles du thermomètre à maximâ. On a donc ainsi un thermomètre à minimâ entièrement à mercure, ce qu'on avait beaucoup cherché sans l'obtenir, et de plus l'heure de l'observation est marquée.

MÉTÉOROLOGIE. — *Psychromètre électrique à maximâ et à minimâ.* — M. Emm. Liais entretient encore la Société d'un psychromètre électrique à maximâ et à minimâ. Dans le psychrométrographe, comme les vrais maxima et minima ne dépendent ni du minimum, ni du maximum de différence des indications des deux thermomètres, l'auteur emploie un hygromètre à cheveu auxiliaire pour indiquer l'instant des maxima et minima que ce dernier instrument, inexact

d'ailleurs quant à la valeur absolue de l'humidité, indique cependant avec exactitude par le minimum et le maximum d'allongement du cheveu. Ce cheveu supporte une pointe plongeant dans une capsule pleine de mercure, et une disposition analogue aux précédentes indique les instants de maximum et de minimum. De plus, chaque fois qu'un courant s'établit, des index marquent la hauteur des deux thermomètres composant le psychromètre, et leur dernière position, qui est celle que l'on observe, marque le maximum et le minimum d'humidité.

Séance du 14 Novembre 1853.

Botanique. — M. Bertrand-Lachênée continue de donner pour le catalogue des productions de l'arrondissement la liste des espèces de plantes peu répandues aux environs de Cherbourg ou que l'on n'avait pas encore signalées. Dans les environs du Maupas, il a trouvé les espèces suivantes : *Agrimonia odorata* Mill, *Centunculus minimus* L., *Pinguicula lusitanica* L. Il signale aussi à Cherbourg l'*Androsæmum officinale* All., dans le bois des Terres-Fenillies, le long du ruisseau.

Electricité. — *Etablissement des communications entre un courant électrique et le sol.* — M. Th. du Moncel présente quelques remarques sur l'établissement des communications entre un courant électrique et le sol. L'auteur avait à établir un circuit où la terre entrait pour moitié, sur une hauteur et dans une terre glaise très sèche. Comme la principale condition pour la conductibilité électrique dans le sol est l'humidité, il a établi le trou destiné à enterrer la feuille de zinc à laquelle est soudée l'extrémité du fil, sous un égout, en mettant entre le zinc et l'égout un puisard de sable. Mais le sable n'est pas bon conducteur, de sorte que

l'auteur l'a remplacé par du charbon au centre et à la partie inférieure des trous. Pour cela, il a roulé la feuille de zinc comme le zinc d'une pile, puis il a jeté au milieu 5 à 6 litres de charbon pilé en entourant extérieurement le zinc de sable, et il a ménagé, en bouchant le trou, un petit puisard rempli également de sable jusqu'au niveau du sol, afin qu'il y ait une continuité sablonneuse entre la partie inférieure et la partie supérieure du trou. Ce procédé a parfaitement réussi.

ELECTRICITÉ. — *Pile de Bunsen*. — M. du Moncel décrit une disposition nouvelle qu'il donne aux batteries de Bunsen pour les mettre toujours en état de fonctionner sans qu'il soit besoin de monter et démonter la pile, ni de verser de liquides, en un mot, une disposition destinée à laisser les batteries toujours chargées sans qu'il y ait détérioration des éléments producteurs de l'électricité, ni émanation d'acide nitreux quand la pile est inactive. La description de cette disposition est insérée dans les comptes-rendus de l'académie des sciences de l'Institut de France, t. 37, p. 713 (séance du 7 novembre 1853).

ANÉMOGRAPHIE. — *Anémoscopes électriques*. — Il arrive souvent pour les besoins de la météorologie que l'on désire connaître la direction et l'intensité du vent sur un point élevé ou éloigné du lieu d'observation. L'anémographe électrique de M. Th. du Moncel, tel qu'il existe à l'observatoire de Paris, permet de résoudre ce problème avec la plus grande facilité, mais cet instrument, qui enregistre lui-même les observations pendant deux mois consécutifs sans être remonté, est assez compliqué à cause de cet enregistrement, et par là devient d'un prix élevé. L'auteur s'est donc proposé de construire en outre un instrument qui, sans enregistrer les observations, pût fournir les indications de l'état du vent sur un point éloigné, et qui, par la simplicité de son

mécanisme, pût être construit avec peu de dépense. C'est donc un anémoscope et non un anémographe dont M. du Moncel adresse la description à la Société. L'appareil récepteur de cet instrument consiste en un double galvanomètre à aiguille peu sensible, dont les fils sont disposés dans 4 azimuts différents. C'est donc en quelque sorte un quadruple galvanomètre. Un des bouts de chaque bande de fils correspond à l'appareil transmetteur, et les autres bouts, après avoir été réunis en un seul et dirigés sur l'appareil transmetteur, arrivent à un des pôles de la pile. L'appareil transmetteur consiste en une girouette disposée comme celle de l'anémographe de M. du Moncel, mais d'une dimension beaucoup plus petite, et un commutateur envoie le courant électrique dans chacune des bandes de fils suivant la direction de la girouette. Dans ce commutateur dont l'auteur envoie un dessin, les courants peuvent être renversés, et les frotteurs sont disposés de manière à fournir des courants dans deux fils consécutifs, aux points de séparation des secteurs. L'aiguille du galvanomètre, sollicitée par deux forces égales, s'équilibre donc en restant au milieu de l'angle de ces forces. Par cette disposition, les indications marquées sur un cadran ont rapport à 16 directions du vent. Un autre galvanomètre fournit les indications pour l'intensité du vent, et l'appareil transmetteur consiste en une plaque d'anémomètre agissant sur un commutateur qui est placé sur l'axe de la girouette.

Electricité appliquée. — *Explosion de mines à distance.* — L'une des applications les plus utiles de l'électricité est son emploi pour l'explosion des mines à distance, à cause qu'elle fait disparaître les dangers des moyens ordinaires d'inflammation. Mais les procédés employés nécessitent des appareils assez dispendieux. M. Th. du Moncel décrit un moyen simple et sûr qui ne nécessite qu'un appareil

d'une valeur très minime. Le principe de cet appareil est l'emploi d'un électro-aimant destiné à faire partir une allumette chimique qui met le feu à une traînée de poudre conduisant au fourneau de mine. Quelques petites dispositions très simples assurent l'inflammation et permettent de préserver l'appareil.

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurore boréale.* — M. Emm. Liais entretient la Société de l'aurore boréale du 31 octobre dernier. La description de cette aurore, avec les conséquences déduites des observations et le calcul de l'élévation au-dessus du sol, a été adressée par lui à l'Institut, et est insérée dans les comptes-rendus de l'académie des sciences, t. 37, p. 746 (séance du 14 novembre). Pour la première fois, la hauteur de l'aurore a été déterminée sans recourir aux parallaxes qui ne peuvent donner que des résultats erronés, comme l'a fait voir M. Arago. Deux méthodes différentes, inventées par M. Liais, ont été employées par lui, et l'une d'elles l'a été deux fois. Les trois résultats obtenus s'accordent à placer l'aurore à 4,000 mètres environ au-dessus du sol et viennent se contrôler réciproquement. Quoique cette élévation soit très minime, comparativement à l'idée que l'on s'était formée, *sans aucune preuve*, de la hauteur des aurores, puisque les parallaxes ne pouvaient rien fournir en visant à des points de perspective comme l'on se trouvait obligé de le faire, il y a lieu de croire, il est même certain, ajoute l'auteur en donnant communication de son mémoire, que le siège des aurores est très souvent encore plus près du sol. Cela résulte nécessairement de l'amplitude horizontale voisine de 180° (après même les corrections de réfraction, que la commission scientifique du nord a observée fréquemment dans des arcs auroraux dont le sommet était très loin du zénith. La forme apparente de l'arc aureal ne pourrait être sensiblement circulaire comme elle le paraît, si l'arc était

jamais aussi élevé que l'ont cru les physiciens qui voulaient assimiler l'aurore boréale aux phénomènes de l'électricité dans le vide. A l'occasion des cirrus qui ont couvert le ciel pendant la journée du 1er novembre, l'auteur rappelle les relations entre les nuages et l'aurore, dont il a entretenu la Société dans la séance du 22 août dernier, et il ajoute qu'on ne peut admettre que les courants qui donnent naissance à l'aurore, soient des courants d'électricité dynamique, car ils ne détermineraient pas la phosphorescence que l'on observe. Ces courants ne peuvent être dus qu'aux recompositions de l'électricité statique. A quelle cause les attribuer? Le changement de vent qui a accompagné l'aurore du 31 octobre, l'opinion, généralement répandue dans le nord, que l'aurore annonce des changements de temps, m'ont fait penser, dit l'auteur, que la lutte des vents contraires ne serait pas étrangère à la production de cette électricité. En effet, c'est en approchant des pôles et surtout en hiver, c'est-à-dire, dans les pays et les saisons où les températures du vent changent le plus avec sa direction, que l'aurore est plus fréquente. C'est donc dans les lieux et les circonstances où la lutte de deux vents peut produire de l'électricité, qu'on l'observe; car deux courants d'air de même température ne peuvent s'électriser par frottement l'un contre l'autre. Ces électricités, au lieu de s'accumuler comme dans les pays où la vapeur abonde, doivent se combiner à mesure qu'elles se produisent, et ces combinaisons dans des corps mauvais conducteurs, déterminent, comme l'on sait, la phosphorescence. De là, les lueurs vagues de l'aurore. Si, au contraire, des cristaux de glace (ou des vésicules aqueuses dans le cas des plaques auroрales qui ressemblent aux cirrocumulus, flottent dans l'atmosphère, les courants doivent se porter à leur surface et les rendre phosphorescents, mais, en même temps, ces courants se dirigent sous l'influence du globe. Par l'attraction des cou-

rants parallèles, ces cristaux doivent se disposer en colonnes parallèles à l'aiguille d'inclinaison et former de véritables aimants, tels que les concevait Ampère. L'auteur a démontré, dans la séance du 22 août, qu'aucune autre espèce de courant ne pouvait expliquer le parallélisme avec l'aiguille d'inclinaison, et que des courants de cette nature rendaient, au contraire, parfaitement compte des apparences de l'aurore, de toutes ses modifications et de son action sur la boussole. Quant à l'orientation des arcs, il faut remarquer que tous les courants dont la direction est voisine de celle de l'est à l'ouest, tendent par l'action du globe à se rapprocher de cette direction. Il en résulte dans ce sens un maximum très sensible, de sorte que la résultante de tous les courants partiels est un courant dirigé de l'est à l'ouest. L'auteur fait remarquer que plusieurs autres causes doivent favoriser la production de ce courant qui tend en chaque point à s'orienter perpendiculairement au méridien magnétique, mais il ne détermine pas seul l'orientation des arcs, car cette orientation dépend aussi de la direction des deux vents opposés qui donnent lieu au phénomène et qui tendent à orienter l'arc auroral suivant un arc de grand cercle du globe terrestre. Aussi ce genre d'orientation est-il fréquent; c'était celui de l'aurore du 31 octobre, et la commission scientifique du Nord a souvent observé des arcs passant par le zénith et dont l'amplitude était de 180°. Mais en général la direction de l'arc doit être intermédiaire entre les deux orientations; c'est ce qui fait que la moyenne des observations de cette commission scientifique ne donne que 175°, 4 pour l'amplitude moyenne des arcs passant par le zénith. La déviation du sommet de l'arc par rapport au méridien magnétique est due à l'action de la direction générale des vents. Cela se reconnaît aisément dans les observations de la commission du nord. En effet l'orientation moyenne des arcs d'aurore court

à Bosekop de l'E 21° 24'N à l'O 21°24'S, portant ainsi le sommet à l'ouest du méridien magnétique de ce point, tandis que l'orientation des bandes nuageuses convergentes est dirigée de l'E 28°19'N à l'O 28°19'S. Donc l'orientation des arcs d'aurore est intermédiaire entre celle des bandes nuageuses et la direction perpendiculaire au méridien magnétique. Dans une localité déterminée, la variation de la direction moyenne des vents à de petites distances, modifie la forme de l'arc, et telle est sans nul doute la cause de la variation de la élévation du sommet à mesure que l'arc s'élève sur l'horizon de Bosekop, mais, en général, pour des arcs très bas la forme doit être, à moins de perturbation, sensiblement celle d'un arc de cercle de la sphère céleste surtout en tenant compte des réfractions. Lorsque l'arc est plus élevé au dessus du sol, son écart de ce petit cercle peut devenir sensible près de l'horizon, ainsi que M. Bravais l'a observé deux fois.

Astronomie. — M. Lambert présente quelques remarques sur le mémoire de M. Fleury, intitulé : Méthode propre à déterminer le mouvement absolu de translation du soleil. M. Lambert pense que le mouvement simultané de la source et de l'observateur ne peut être accusé par la vitesse de la lumière.

M. Fleury répond que les remarques de M. Lambert, parfaitement exactes dans l'hypothèse de l'émission, cessent de l'être dans la théorie actuellement démontrée des ondulations, puisqu'il existe un éther dont une portion n'est pas entraînée dans le mouvement qui emporte la source et l'observateur. C'est la transmission des ondulations dans cette portion non entraînée qui peut manifester le mouvement commun de la source et de l'observateur, mouvement que l'auteur a désigné sous le nom d'absolu, parce qu'il n'était pas relatif à celui d'un autre corps stellaire.

M. Emm. Liais fait remarquer que le mémoire de M. Fleury est parfaitement conforme aux résultats déduits de l'expérience de M. Fizeau, qui démontre qu'une portion de l'éther, croissant avec l'indice de réfraction, est entraînée par les corps, et que le reste n'est pas influencé par le mouvement, conséquence déjà prévue théoriquement par Fresnel et par M. Cauchy. Dans l'expérience de M. Fizeau, la source et l'observateur sont immobiles, une portion de l'éther interposé est entraînée par le mouvement d'un corps transparent : or ce mouvement de l'éther se manifeste par une modification de la vitesse de la lumière. Voilà un fait constaté par l'expérience. Maintenant il est bien évident que si la source et l'observateur avaient été animés du même mouvement que le corps transparent, c'eût été non plus la portion d'éther entraînée par ce corps, mais celle qui n'aurait pas été entraînée, qui aurait influé sur la vitesse de transmission de la lumière, car il est bien évident que les choses doivent se passer de la même manière si la source et l'observateur sont immobiles et l'éther en mouvement, ou si l'éther est fixe, la source et l'observateur étant animés d'un mouvement contraire à celui de l'éther dans le premier cas. Or, telles sont les conditions de l'expérience de M. Fleury.

Séance du 28 novembre 1853.

PHYSIQUE ET ASTRONOMIE. — *Sur la mesure de très petites fractions de temps.* — M. Emm. Liais, après avoir rappelé qu'il résulte des expériences de M. Arago (comptes-rendus de l'Institut, tôme 36, page 276) que l'emploi des chronomètres à pointage permet d'obtenir l'instant du passage d'un astre derrière le fil d'une lunette à une dixième de seconde près, sans aucune erreur personnelle, mais que cependant cet emploi ne permet pas de porter la préci-

sion plus loin, ou, du moins, au-delà d'un vingtième de seconde tout au plus, parcequ'un temps moindre n'est plus perceptible pour nos sens, fait remarquer cependant que l'observation des passages derrière un fil fixe et un fil mobile animé d'un mouvement uniforme de translation, permet, en disposant en conséquence de la vitesse de ce fil, d'obtenir pour la mesure du temps quelque chose d'entièrement analogue au vernier pour la mesure de l'espace; car si l'on appelle t l'instant où le fil mobile a passé devant le fil fixe, instant que l'on peut connaître directement avec une précision aussi grande que l'on veut au moyen d'un appareil disposé à cet effet, et $t+x$, x étant inconnu, l'instant où un astre ou un mobile quelconque dont on connaît la vitesse angulaire exacte v, a passé derrière le fil fixe; si l'on appelle de plus v' la vitesse angulaire du fil mobile supposée d'abord parfaitement uniforme, t_0 et t_1, les instants du passage de l'astre derrière le fil fixe et le fil mobile, connus à un vingtième de seconde près au moyen d'observations faites avec un chronomètre à pointage, de sorte que leur différence est connue à un dixième de seconde près, on a l'équation

$$v'x = (v - v')(t_1 - t_0), \text{ d'où } x = \frac{v - v'}{v'}(t_1 - t_0)$$

Comme $\frac{v - v'}{v'}$ peut être une fraction aussi petite que l'on veut, on voit que l'erreur d'un dixième de seconde sur $t_1 - t_0$ ne donnera pour x qu'une erreur aussi petite que l'on voudra. L'auteur fait voir ensuite qu'il n'est pas nécessaire que le mouvement du fil soit rigoureusement uniforme, il suffit que, par une disposition convenable, on sache ce qu'il était en chaque instant. Il décrit ensuite un appareil réalisant ces conditions, et dans lequel la vitesse du fil peut être réglée à volonté suivant la vitesse du mobile. Des procédés photographiques analogues à ceux que l'auteur a indiqués

pour la mesure de la vitesse des bolides, pourraient aussi servir dans le même but, mais ils auraient le défaut de prendre les proportions d'une expérience.

Entomologie, botanique et géologie. — MM. J. Lesdos et Bertrand-Lachênée rendent compte d'une exploration qu'ils ont faite le 9 novembre dernier à Martinvast. Sur la colline, dite *Montagne de le Hurc*, ils ont trouvé le *Cenomyce papillaria*, lichen qu'ils n'avaient pas encore rencontré dans nos environs. La colline entièrement formée de grès quartzeux a son sommet couvert de blocs de quartz grenu qui attestent un bouleversement. Un bosquet de pins occupe l'un de ses versants; là ont été pris les insectes suivants: *Machilis thezana* Latr., *Loricera pilicornis* Dej., *Cryptirus glaber* Boit., *Sciophila cinerascens* Macq. La montagne de le Hurc est située sur la rive gauche du petit Nardouet; de l'autre côté, à peu de distance de la rive droite, est une carrière où MM. Lesdos et Bertrand-Lachênée ont étudié la nature des roches et ont détaché sept échantillons différents dont ils présentent la liste et l'indication des caractères.

M. Lesdos lit ensuite une note dans laquelle il donne une description de la disposition du sol dans cette localité. Des roches bouleversées attestent d'anciens mouvements souterrains. Le rocher qui formait la cime de la montagne de le Hurc est fendu verticalement. Entre les deux portions qui s'écartent par le haut sont fichées l'une sur l'autre deux pierres longues faisant presque l'office d'un coin et qui paraissent devoir osciller dans cette position. Au sud, d'autres roches ont été entassées les unes contre les autres. Quelques-uns des débris sont disposés presque symétriquement en forme d'enceinte. A l'une des extrémités de cette galerie et tout près du rocher principal dont elle doit provenir, une pierre de dimensions plus grandes que les autres, a été arrêtée dans son mouvement et repose sur trois autres pierres plus

petites qui la supportent. Un seul de ces appuis est solide, les autres ne sont que des fragments qui enfoncent à peine dans le sol. Cette pierre, nommée le Dolmen de l'Oraille, a été regardée comme devant aux druides la position qu'elle occupe; mais sa forme et sa disposition ne permettent guère d'admettre cette opinion. Au contraire, un examen attentif de la localité indique que cette pierre formait la dernière assise d'une roche voisine élevée d'environ trois mètres au-dessus du sol, et qu'une seule révolution sur elle-même a suffi pour la mettre en place dans le mouvement du sol qui a déchiré les roches voisines. Sans doute, ce lieu sauvage a pu servir de point de réunion aux Gaulois de la contrée, mais les hommes ont été étrangers à la disposition des roches. Le Hurc se trouve en droite ligne avec trois autres sommets de même formation, le *Tronquet*, la *Fauconnière* et le *Roule*, que l'on peut considérer comme ayant été produits simultanément.

En face de la montagne le Hurc, une colline de même nature offre quelques indices remarquables. Des échantillons recueillis dans une carrière exploitée dans ce dernier lieu, ont éprouvé un commencement de calcination. La substance minérale a été fondue et forme des coulées dans les joints de stratification. Une argile ferrugineuse qui remplissait quelques fentes, a été calcinée et convertie en ciment qui empâte des cristaux de quartz, et qui a été désigné par l'auteur sous le nom de *grès caverneux*. La chaleur qui a produit cette fusion n'est-elle pas capable, dit-il, d'avoir fendu et renversé les pierres de la montagne de le Hurc, et donné lieu à la disposition que l'on y remarque.

DE L'EMPLOI
DE L'AIR CHAUFFÉ
COMME FORCE MOTRICE, (1)

Par M. Emm. LIAIS.

Depuis long-temps la dilatation par la chaleur, et en particulier celle des gaz, a été comptée au nombre des forces. Faire une machine qui fonctionne au moyen de l'air chauffé est un problème que l'on peut résoudre de bien des manières, car, chaque mécanicien habile y parviendra toujours avec

(1) Ce memoire a été présenté à l'Institut, le 7 février 1853, et une analyse en a été insérée dans les comptes-rendus de l'Académie des Sciences. Le texte avec les notes indiquées en chiffres, est la reproduction exacte du travail présenté à l'Institut en février 1853. Diverses additions ont été faites dans l'automne de la même année, par suite des nombreux travaux et des expériences diverses que cette importante question a occasionnés. Ces additions sont numérotées en lettres italiques et quelques unes sont reportées à la fin du mémoire.

Bien que ce mémoire renferme la description d'un moteur à air chaud, cette description n'en est pas le but principal. La démonstration entièrement mathématique de divers principes essentiels à observer, si l'on veut obtenir de l'emploi d'une certaine quantité de calorique le maximum d'effet possible, compose la partie la plus considérable du mémoire et aussi la plus importante, et c'est seulement parceque, les règles étant trouvées, il fallait démontrer qu'elles sont faciles à observer dans la pratique, que leur démonstration est suivie de la description d'un moteur où elles sont toutes réalisées.

plus ou moins d'avantage en le traitant différemment. La question essentielle et *scientifique* est de faire connaître les principes d'après lesquels on doit diriger la construction des machines à air chauffé pour donner lieu à la moindre dépense de combustible, et cette question doit précéder l'indication des mécanismes qui peuvent être employés. Je commence donc mon mémoire par l'exposition des principes que j'ai reconnus; je décrirai ensuite les dispositions auxquelles je me suis arrêté.

1^er^ Principe. — Toute la somme de calorique qui doit être appliquée à une masse d'air pour la faire se dilater, doit être employée à échauffer cette masse d'air avant sa dilatation. En d'autres termes, on ne doit pas dilater l'air à mesure qu'il s'échauffe, mais après qu'il est échauffé.

Pour démontrer ce principe, soit v le volume d'air froid auquel doit être appliquée une quantité de chaleur k, capable de le dilater en tout de nv, si sa pression restait constante. Supposons que ce volume d'air se trouve mis en rapport avec la partie inférieure d'un cylindre renfermant un piston, ce piston étant au bas de sa course à l'origine. Nommons f la force élastique primitive de l'air avant l'échauffement, s la surface du piston ou la section du cylindre. Nous représenterons par h l'élévation du piston en un instant quelconque t. En cet instant, la capacité occupée par le volume d'air primitif sera donc $v + sh$.

Si nous supposons qu'on ait donné d'abord à l'air toute la chaleur qui doit lui être appliquée pendant la course du piston, la force élastique de l'air à l'origine dans le volume v sera donc $(1+n)f$ au lieu de f. Dans le volume $v+sh$, elle deviendra donc $\frac{v}{v+sh}(1+n)f$. (1)

(1) Nous ne tenons pas compte de la différence des capacités calorifiques avec la variation du volume. Si on y avait égard, la capa-

Si, au contraire, une portion seulement de la chaleur k a été appliquée à l'air à l'instant t où la capacité est $v + sh$, et si nous représentons par $\frac{k}{x}$ cette quantité, x étant une fonction de t, toujours plus grande que l'unité (t étant fonction de h, x peut également être regardé comme fonction de de h), la pression à cet instant sera $\frac{v}{v+sh}\left(1+\frac{n}{x}\right)f$. Or $1+\frac{n}{x}$ sera toujours plus petit que $1+n$ pendant toute la course du piston, puisque x, quoique fonction de t et par conséquent variable, est toujours par hypothèse plus grand que l'unité. Donc la force élastique moyenne pressant sous le piston sera, comme la force élastique à chaque instant, plus petite dans le cas où l'air n'aurait pas reçu à l'avance toute la chaleur à laquelle est due sa dilatation. La résistance que l'on peut faire vaincre au piston, en conservant la même vitesse dans les deux cas, étant sensiblement proportionnelle à la moyenne des forces élastiques qui pressent sous lui (1),

cité calorifique à volume constant étant moindre qu'à pression constante, la force à l'origine eût été plus grande. Cette action serait encore à l'avantage de notre principe. Nous supposons ici le calorique latent de la dilatation fourni par les parois.

(1) Ce fait est facile à démontrer. Supposons la machine parvenue à l'état de mouvement uniforme, c'est-à dire, tel que les vitesses se retrouvent exactement les mêmes à la fin d'une oscillation du piston. Pendant l'instant dt, les résistances tendront à diminuer la vitesse de l'arbre de couche d'une quantité da, a étant une fonction de t. La force élastique f de l'air, tendra au contraire à augmenter la vitesse du piston de $mfdt$, m étant un coefficient constant. r étant le rapport de la vitesse du piston, à l'instant t, à la vitesse de l'arbre de couche, par suite de la liaison du système, la force élastique de l'air tendra à augmenter la vitesse de l'arbre de couche de $mfrdt$.

La vitesse tendra donc à varier de $mfrdt - da$ en tout. $\int_0^{t_1}(mfrdt - da)$

on voit que le travail produit par le piston sera plus grand dans le cas où l'on applique à l'air la totalité de la chaleur qu'il doit recevoir, avant sa dilatation, que dans le cas où on l'applique successivement pendant cette dilatation.

h_1 étant la longueur de la course du piston, et la pression extérieure étant égale à la force élastique de l'air avant d'être chauffé ou f, l'excès de pression qui fait marcher le

sera donc la variation de vitesse pendant le temps t_1 d'une oscillation, et comme nous supposons la machine parvenue à l'état de mouvement uniforme, sa vitesse devra être à la fin d'une oscillation la même qu'au commencement, on aura donc $\int_0^{t_1} (mfrdt - da) = 0$ d'où $\int_0^{t_1} mfrdt = \int_0^{t_1} da$. Mais $\int_0^{t_1} da$ est le travail résistant pendant l'oscillation, travail qui est égal au travail moteur. Donc $\int_0^{t_1} mfrdt =$ le travail moteur.

Si nous supposons maintenant qu'on ait pris les dispositions nécessaires pour rendre les variations de vitesse de l'arbre de couche pendant une oscillation du piston négligeables, résultat obtenu à l'aide des volants et que l'on favorise autant que possible par les dispositions des machines, telles que, par exemple, l'emploi de deux cylindres avec des bielles placées rectangulairement, et si nous appelons v la vitesse de l'arbre de couche, que nous regarderons donc comme constante, celle du piston à l'instant t sera vr. On aura donc $dh = vrdt$ d'où $rdt = \frac{dh}{v}$. Substituant dans l'intégrale ci-dessus, on a $\frac{m}{v}\int_0^{t_1} fdh =$ le travail moteur. Pour $t = t_1$ on a $h = h_1$. h_1 étant la longueur de la course du piston; f étant fonction de h seulement. $\int_0^{t_1} fdh$ n'est autre que $\int_0^{h_1} fdh$. Or $\frac{\int_0^{h_1} fdh}{h}$ représente la moyenne des forces élastiques dans l'étendue de la course du piston; donc le travail moteur égale cette moyenne des forces élastiques multipliée par la quantité constante $\frac{mh_1}{v}$.

piston, sera en chaque instant $\frac{v}{v+sh}\left(1+\frac{n}{x}\right)f-f$ ou $\frac{\frac{vn}{x}-sh}{v+sh}f$. L'intégrale $\int_{h_1}^{h_0} f\frac{\frac{vn}{x}-sh}{v+sh}dh$ sera la moyenne des forces élastiques pendant la course du piston, et, par conséquent, cette intégrale sera proportionnelle au travail moteur. Il suffit d'y faire $x=1$ pour supposer que l'air ait reçu toute sa chaleur avant de se dilater, et nous avons déjà reconnu que c'est le cas du maximum de force. Si nous voulons chercher le cas du minimum de force, il faut d'après la théorie des maxima et minima, égaler la différentielle de cette expression à zéro et chercher la valeur de x. Cela revient à égaler à zéro la quantité qui est sous le signe intégral ; on a donc : $\frac{\frac{vn}{x}-sh}{v+sh}=0$, d'où $\frac{vn}{x}-sh=0$ ou $x=\frac{vn}{sh}$. Cette valeur de x rend nulle la moyenne des forces élastiques pendant la course du piston. Elle correspond donc bien au minimum, et le travail moteur est alors nul. La quantité de chaleur reçue en l'instant t est $\frac{k}{x}$ elle est donc dans ce cas $\frac{ksh}{vn}$. Or, $\frac{ks}{vn}$ est constant, cela prouve donc que le cas du minimum est celui où la masse de chaleur absorbée par l'air est proportionnelle en chaque instant au chemin parcouru par le piston. On doit donc prendre une disposition qui éloigne le plus possible de ce cas. Nous verrons plus tard que MM. Ericsson et Lobereau s'en sont, au contraire, extrêmement rapprochés dans leurs machines.

Lorsque l'air se refroidit, on peut démontrer de même

qu'on doit faire en sorte qu'il soit complétement refroidi avant de se condenser, et qu'il ne faut pas le faire se condenser à mesure qu'il perd sa chaleur. On trouverait de même que le cas du minimum est celui où la perte de chaleur est proportionnelle à la course du piston.

2e PRINCIPE. — Il y a beaucoup plus d'avantage à chauffer une masse d'air m à une température nk, qu'à chauffer une masse nm à la température k.

Les quantités de chaleur employées dans les deux cas sont à très peu près les mêmes, car la capacité calorifique de l'air, quoique changeant avec la température, ainsi que l'a reconnu Gay-Lussac, varie peu cependant (a) ainsi qu'il résulte de l'accord remarquable des expériences de MM. Laroche et Bérard sur la variation de la capacité calorifique avec la pression, et d'une formule de Laplace pour calculer cette variation, formule obtenue en supposant que la capacité calorifique est indépendante de la température. Un tel accord ne peut avoir lieu que parceque la capacité calorifique varie très peu avec la température. Nous la supposerons donc, comme Laplace, entièrement indépendante de la température.

Dans cette hypothèse, les masses de calorique nécessaires pour élever une masse d'air à une température donnée sont rigoureusement proportionnelles à la masse et à cette température. Elles seront alors dans les deux cas $Bmnk$, B dési-

(a) Depuis la présentation de ce Mémoire à l'Institut, M. V. Regnault a communiqué à l'Académie des Sciences, le 18 avril 1853 (comptes-rendus, tome 36, page 676), les résultats de ses recherches sur les chaleurs spécifiques des fluides élastiques. Ses expériences faites pour l'air entre — 30 et + 225°, prouvent que, contrairement aux expériences de Gay-Lussac, la chaleur spécifique de l'air ne varie pas avec la température. Ceci explique l'accord de la formule de Laplace avec les expériences de MM. Laroche et Bérard

gnant un coefficient constant. Elles seront donc rigoureusement égales. Je dis maintenant que les forces obtenues dans les deux cas seront différentes.

Lorsqu'une masse d'air se dilate, elle se refroidit. Nous pouvons donc admettre, ou qu'elle se trouve en contact avec des parois à sa température primitive, et douées d'un grand pouvoir conducteur et d'une grande capacité calorifique, qui réparent la perte due à cette dilatation à mesure qu'elle se produit, sans éprouver elles-mêmes de variation sensible dans leur température ; ou bien nous pouvons admettre que l'air se trouve en contact avec des parois d'un pouvoir conducteur tout à fait nul, de sorte que la chaleur employée à l'état latent à sa dilatation soit empruntée à lui-même. Dans les deux cas, les lois des variations de la force élastique avec la dilatation sont très différentes. Nous allons démontrer le principe dont nous nous occupons, dans chacun de ces deux cas.

1^er^ CAS. — L'air emprunte aux parois le calorique latent nécessaire à sa dilatation, de sorte que sa température n'est pas modifiée par cette dilatation.

Le principe a lieu également pendant la condensation. Nous allons le démontrer séparément, soit que l'on considère la dilatation ou la condensation.

La masse d'air m, de volume r et de pression primitive f, se dilatera pour la température nk d'une quantité que nous représenterons par rr, de sorte que son volume pourra devenir $r(1+r)$ sans que la pression devienne moindre que f.

La masse mn de volume nr et de pression f, se dilatera alors pour la température k d'une quantité $nr + \frac{r}{n}$ ou rr, comme la première et la pression sera encore f.

Dans ces deux cas, les masses d'air pourront donc soulever un piston dans un même cylindre d'une même quantité,

sans que leur pression devienne moindre que f; et nous représenterons par v' le volume de ce cylindre rempli par l'air dilaté dans les deux cas; ce volume est égal à vr.

La pression moyenne sous le piston sera dans le premier cas :

$$\frac{f(1+r)[l.(v+v')-l.v]}{h'} \text{ ou } \frac{f(1+r)\,l.\frac{v+v'}{v}}{h'}$$

h' étant la longueur de la course du piston.

Dans le second cas, la pression sera :

$$\frac{f(n+r)[l.(nv+v')-l.nv]}{h'} \text{ ou } \frac{f(n+r)\,l.\frac{nv+v'}{nv}}{h'}$$

mais $\frac{r'}{v} = r$; ces deux formules deviennent donc :

$$\frac{f(1+r)\,l.(1+r)}{h'} \text{ et } \frac{f(n+r)\,l.\left(1+\frac{n}{r}\right)}{h'}$$

Si $n = 1$, la seconde formule égale la première.

Si nous posons dans la seconde formule $n = ir$, elle devient $\frac{fr(i+1)\,l\left(1+\frac{1}{i}\right)}{h'}$. Cherchons si la fonction $(i+1)\,l.\left(1+\frac{1}{i}\right)$ a des maxima et minima. Nous trouverons pour sa dérivée $l\left(1+\frac{1}{i}\right)-\frac{1}{i}$. Si i a des maxima ou des minima, ils seront les racines de l'équation formée en égalant cette quantité à zéro. Je pose donc $l.\left(1+\frac{1}{i}\right)=\frac{1}{i}$ de là je tire $1+\frac{1}{i}=e^{\frac{1}{i}}$ ou en développant $e^{\frac{1}{i}}$ en série par la formule de Maclaurin

$1 + \frac{1}{i} = 1 + \frac{1}{i} + \frac{1}{1,2}\left(\frac{1}{i}\right)^2 + \ldots\ldots$ d'où

$0 = \frac{1}{1,2}\left(\frac{1}{i}\right)^2 + \frac{1}{1.2.3}\left(\frac{1}{i}\right)^3 + \ldots\ldots$ équation qui ne peut être satisfaite que par $i = \infty$ puisque tous les termes sont positifs, car i est positif par hypothèse. La fonction $(i+1)\, l\left(1 + \frac{1}{i}\right)$ varie donc toujours dans le même sens depuis $i = 0$ jusqu'à $i = \infty$, et il est facile de voir qu'elle décroît, de sorte que $i = \infty$ est un minimum.

Si nous faisons $n = 1$ d'où $ir = 1$ ou $i = \frac{1}{r}$ la seconde fonction devient égale à la première. Pour toute valeur de i supérieure à $\frac{1}{r}$, la seconde fonction devient plus petite que la première. Nous ne pouvons donc pas admettre que n devienne plus petit que 1, ce serait supposer que c'est la première masse d'air qui est la plus grande, contrairement à notre hypothèse, donc i ne peut être inférieur à $\frac{1}{r}$ et par conséquent la seconde fonction sera toujours plus petite que la première et d'autant plus que i et par suite n sera plus grand.

De la force élastique moyenne qui soulève le piston, il faut retrancher la force élastique extérieure qui s'oppose à son élévation. Cette force élastique est la même dans les deux cas. Elle ne change donc pas l'avantage qui revient au premier.

Lorsque l'air qui a été dilaté, se refroidit, cette force élastique extérieure fait descendre le piston, et il faut en retrancher la force élastique intérieure pour avoir la force réelle qui le fait descendre. Nous allons donc supposer que nos deux masses d'air soient revenues à leur température primi-

tive quand le piston doit redescendre, et qu'elles doivent également revenir à leur volume primitif, les parois absorbant maintenant la chaleur dégagée par la condensation (pour cela, il faudrait nécessairement que l'air fût passé dans un autre cylindre que celui où il s'est dilaté.)

La force élastique intérieure qui s'oppose à la descente du piston, sera, en chaque point de la course descendante, ce qu'elle était au même point de la course ascendante, multiplié par le rapport des forces élastiques de l'air à son volume primitif, froid et échauffé. Ce rapport sera $\frac{1}{1+r}$ dans le premier cas, et $\frac{n}{n+r}$ dans le second, et ces quantités étant constantes, il suffit de multiplier respectivement par elles les formules (c) et (d) pour avoir la force élastique moyenne intérieure.

Elle sera dans le premier cas $f\frac{l\left(1+\frac{r}{n}\right)}{h'}$, et dans le second $fn\frac{l\left(1+\frac{r}{n}\right)}{h'}$

Posons encore $n = ir$, d'où $f\frac{nl\left(1+\frac{r}{n}\right)}{h'} = f\frac{ril\left(1+\frac{1}{i}\right)}{h'}$

Voyons si $il\left(1+\frac{1}{i}\right)$ présente des maxima et minima. Sa dérivée est $l\left(1+\frac{1}{i}\right)-\frac{1}{i+1}$. En l'égalant à zéro ou à l'équation $l\left(1+\frac{1}{i}\right)=\frac{1}{i+1}$

mais $l\left(1+\frac{1}{i}\right)=2\left(\frac{1}{2i+1}+\frac{1}{3(2i+1)^3}+\frac{1}{5(2i+1)^5}+\cdots\right)$

d'où $\frac{1}{i+1}=2\left(\frac{1}{2i+1}+\frac{1}{3(2i+1)^3}+\frac{1}{5(2i+1)^5}+\cdots\right)$

de là il vient

$$0 = \frac{1}{(i+1)(2i+1)} + 2\left(\frac{1}{3(2i+1)^3} + \frac{1}{5(2i+1)^5} + \ldots\right)$$

Tous les termes étant positifs, cette équation ne sera satisfaite que par $i = \infty$ puisqu'il ne peut prendre de valeurs négatives. Donc la fonction considérée varie constamment dans le même sens depuis 0 jusqu'à l'infini, et il est facile de voir qu'elle va en croissant. La plus petite valeur que l'on puisse donner à i, est $\frac{1}{r}$, car elle correspond à $n = 1$ et n ne peut devenir plus petit que 1, par hypothèse. Pour $n = 1$, les forces élastiques intérieures sont égales dans les deux cas, pour n plus grand que 1, i sera plus grand que $\frac{1}{r}$ et la force élastique intérieure sera plus grande dans le second cas que quand $n = 1$, et d'autant plus que n sera plus grand. Donc la force élastique intérieure sera plus grande dans le second cas que dans le premier pour résister à la force extérieure qui agit maintenant comme puissance, et on aura ainsi moins de force pendant le refroidissement de l'air, comme pendant son échauffement, dans le second cas que dans le premier.

En calculant pour une même quantité de chaleur les forces élastiques *moyennes* d'une même masse d'air chauffée successivement de manière que sa pression avant sa dilatation croisse de 1, 2, 3, etc. atmosphères, en en retranchant la pression extérieure, puis ajoutant cette pression extérieure diminuée de la force élastique moyenne de cette masse d'air refroidie, on aura la force moyenne (indépendante de la pression extérieure) que l'on peut attendre d'une même quantité de chaleur appliquée à la même masse d'air suivant qu'on l'a chauffée de manière à la dilater 2, 3, etc. fois. Ces forces moyennes sont :

	QUANTITÉS de chaleur dépensées.	NOMBRE de fois que la masse d'air dilatée occupe le volume primitif	FORCE MOYENNE pour une même quantité de chaleur, la pression primitive prise pour unité	TEMPÉRATURES correspondantes.
	1	2 fois.	0,693	273°
	1	3	1,099	546
(A)	1	4	1,386	819
	1	5	1,609	1092
	1	6	1,792	1365
	1	7	1,946	1638

Les nombres de la 3e colonne sont les logarithmes hyperboliques de ceux de la seconde, et il est facile de voir qu'il doit en être ainsi : en effet, si nous prenons pour unité le volume primitif chauffé, si nous représentons par r le nombre de fois que l'air serait dilaté pour la température donnée, la quantité de chaleur dépensée est r, en prenant pour unité celle qui dilaterait une fois, et la force élastique primitive étant prise pour unité, la force élastique à l'origine sera $1 + r$, de plus la course du piston sera proportionnelle à r pour que l'air revienne à sa pression primitive. Dans nos formules précédentes, en prenant la section du cylindre égale à l'unité, nous pourrons poser $h' = r$. La force élastique moyenne intérieure pendant la dilatation sera donc $\frac{(1+r)\,l\,(1+r)}{r}$, et pendant la condensation $\frac{l\,(1+r)}{r}$ d'après nos formules précédentes. La différence sera donc $l\,(1+r)$. En la multipliant par la longueur de la course du piston, et la divisant par la quantité de chaleur dépensée, on aura la force moyenne élastique à laquelle est proportionnel le travail moteur, pour une même dépense de chaleur. Mais la longueur de la course est r, la quantité de chaleur dépensée est aussi r, donc la force moyenne élastique reste $l\,(1+r)$ pour l'unité de chaleur dépensée, la

pression primitive étant prise pour unité. On voit donc de suite qu'elle croît avec r, mais nous venons de démontrer que cet accroissement a lieu non seulement pendant la dilatation, mais encore pendant la condensation. $1+r$ est le nombre de fois que la masse d'air dilatée occupe le volume primitif, le logarithme hyperbolique de cette quantité est donc le nombre de la 3e colonne qui représente la force moyenne pour une même quantité de chaleur.

2e Cas. — L'air emprunte à lui-même le calorique latent nécessaire à sa dilatation.

Laplace a démontré que si l'on appelle k le rapport des capacités calorifiques de l'air à pression constante et à volume constant, rapport que l'expérience démontre indépendant de la température et qui est égal à 1,421, le rapport des pressions d'une même masse d'air dans laquelle la quantité de calorique est restée constante sous deux volumes différents est égal au rapport de ses densités sous ces deux volumes élevé à la puissance k, de sorte que si p et p' représentent ces pressions, et d et d' ces densités, on a la formule $p'=p\left(\frac{d'}{d}\right)^k$.

Le rapport des densités d'une même masse d'air étant égal au rapport inverse des volumes, si v et v' représentent ces volumes, on aura $\frac{d'}{d}=\frac{v}{v'}$, d'où $p'=p\left(\frac{v}{v'}\right)^k$.

Cela posé, prenons pour unité le volume primitif, et appelons f la force élastique primitive, la force élastique en un instant quelconque de la course du piston sera $f\left(\frac{1}{v'}\right)^k$; en la multipliant par dv', l'intégrant depuis $v'=1$ jusqu'à $v'=u+1$, u étant la capacité du cylindre, et divisant par la course du piston que nous appellerons u puisque nous pouvons prendre pour unité de surface la section du cylin-

dre, nous aurons $f \dfrac{\int_1^{u+1} \left(\frac{1}{v'}\right)^k dv'}{u}$ pour l'expression de la force élastique moyenne.

En effectuant l'intégration, on trouvera $\dfrac{1-\left(\frac{1}{u+1}\right)^{0,421}}{0,421\ u} f.$

Maintenant, dans le cas d'une masse m de volume v qui reçoit une quantité de chaleur nk, capable de la dilater de vr, nous trouverons $\dfrac{1}{u+1} = \dfrac{v}{v+vr} = \dfrac{1}{1+r}$, d'où $u=r$.

De plus, la force élastique primitive est $\dfrac{v+vr}{v}$ ou $1+r$, en prenant pour unité la force élastique avant l'échauffement.

La formule devient donc dans ce cas $\dfrac{1-\left(\frac{1}{r+1}\right)^{0,421}}{0,421\ r}\ (1+r)$;

Dans le cas d'une masse mn de volume nv, qui reçoit une quantité de chaleur k capable de la dilater également de rv, nous trouverons $\dfrac{1}{u+1} = \dfrac{nv}{nv+vr} = \dfrac{n}{n+r}$ d'où $u = \dfrac{r}{n}$.

De plus la force élastique primitive est $\dfrac{nv+vr}{nv}$ ou $\dfrac{n+r}{n}$,

la formule devient donc dans ce 2e cas $\dfrac{1-\left(\frac{n}{n+r}\right)^{0,421}}{0,421\ r}\ (n+r)$

La moyenne des forces élastiques pendant la condensation de l'air sera représentée par les mêmes formules multipliées par les rapports de la force élastique de l'air (à son volume primitif) froid et chaud. Ce rapport est dans le premier cas $\dfrac{1}{1+r}$ et dans le second $\dfrac{n}{n+r}$. En multipliant chacune des formules par le facteur qui s'y rapporte, on a pendant la

condensation les deux formules : $\frac{1-\left(\frac{1}{r+1}\right)^{0,421}}{0,421r}$

dans le 1er cas, et $\frac{1-\left(\frac{n}{n+r}\right)^{0,421}}{0,421r} - n$ dans le second.

En retranchant dans chaque cas, ces forces élastiques de l'air refroidi de celles de l'air chaud, on aura la force élastique moyenne employée. On aura donc dans le 1er cas :

$$\frac{1-\left(\frac{1}{r+1}\right)^{0,421}}{0,421r} - (r+1) - \frac{1-\left(\frac{1}{r+1}\right)^{0,421}}{0,421r} \quad \text{ou}$$

simplement $\frac{1-\left(\frac{1}{r+1}\right)^{0,421}}{0,421}$

Dans le second cas on aura :

$$\frac{1-\left(\frac{n}{n+r}\right)^{0,421}}{0,421r} - (n+r) - \frac{1-\left(\frac{n}{n+r}\right)^{0,421}}{0,421r} n \quad \text{ou}$$

$$\frac{1-\left(\frac{n}{n+r}\right)^{0,421}}{0,421}$$

Si $n=1$, les formules deviennent égales dans les deux cas, et on ne peut supposer n plus petit que 1 sans renverser le problème. Si l'on pose $n = ir$, la seconde formule devient $\frac{1-\left(\frac{i}{i+i}\right)^{0,421}}{0,421}$. La différentielle de cette quantité est $-i^{0,421-1}_{(i+1)}{}^{-1,421}$. Pour aucune valeur positive de i, cette quantité ne peut devenir égale à zéro, donc il n'y a pas de maximum pour la fonction entre $i=o$ et $i=\infty$, et le signe de la dérivée, toujours négative pour i positif, indique que la fonction décroît d'une manière

continue quand i augmente depuis 0 jusqu'à l'infini. Donc la plus grande valeur a lieu quand i est le plus petit possible, c'est-à-dire égal à $\frac{1}{r}$, ce qui correspond à $n=1$ et nous ramène au premier cas. Ainsi il y a plus d'avantage à à donner une température nk à une certaine masse d'air, qu'à donner une température k à une masse n fois plus grande, bien que les quantités de chaleur soient égales dans les deux cas.

Si l'on calcule les forces élastiques moyennes pour une même quantité de chaleur, suivant qu'on dilate 1 fois, 2 fois, 3 fois, etc., une même masse d'air, on obtiendra les résultats consignés dans le tableau suivant :

(B)

QUANTITÉS de chaleur dépensées.	NOMBRE de fois que la masse d'air dilatée occupe le volume primitif.	FORCE MOYENNE pour une même quantité de chaleur, la pression primitive prise pour unité	TEMPÉRATURES correspondantes.
1	2 fois.	0,601	273°
1	3	0,880	546
1	4	1,050	819
1	5	1,169	1092
1	6	1,258	1365
1	7	1,328	1638

Il est clair, au reste, que lorque r tend vers l'infini dans la formule $\frac{1-\left(\frac{1}{r+1}\right)^{0,421}}{0,421}$, cette formule tend elle-même vers la valeur $\frac{1}{0,421}$ ou 2,3754. En multipliant par le rapport $\frac{r+1}{r}$ qui tend alors vers l'unité, cette formule

donne la force élastique moyenne pendant la dilatation; multipliée par le rapport $\frac{1}{r}$ qui tend vers zéro, elle donne cette même force élastique pendant la compression.

3e *principe*. — Il faut prendre les mesures nécessaires pour que l'air emprunte aux parois le calorique latent nécessaire à sa dilatation, et pour qu'il leur abandonne celui qu'il dégage par sa compression.

Au premier abord, si l'on compare pour les mêmes températures de l'air les forces indiquées dans les deux tableaux (A) et (B) ci-dessus, qui correspondent, le premier au cas où l'air emprunte ou abandonne le calorique latent aux parois, le second, à celui où il l'emprunte à lui-même, il n'y a pas à balancer, les nombres du tableau (A) sont plus grands que ceux du tableau (B). Mais il faut remarquer que l'unité de chaleur dans le tableau (A) est proportionnelle à la capacité calorifique de l'air à pression constante, et dans le tableau (B), à la capacité calorifique à volume constant. La première capacité est plus grande que la seconde, et le rapport de ces capacités est 1,421 à toute température. Pour rendre l'unité de chaleur égale dans les deux cas, il faut multiplier les nombres du second tableau par 1,421. Le rapport des températures *maxima* (car dans le second cas, la température est variable) sera aussi 1,421 pour la même quantité de chaleur, et le rapport des augmentations de pression dues à cette chaleur, au moment où la pression est maximum, sera le même que celui des températures. Le rapport des forces sera donc le suivant :

Quantités de chaleur dépensées.	NOMBRE de fois que la masse d'air dilatée occupe le volume primitif.	FORCES MOYENNES pour une même quantité de chaleur, la pression primitive prise pour unité.		TEMPÉRATURES maxima correspondantes.		PRESSIONS maxima correspondantes.	
		1er cas.	2e cas.	1er cas.	2e cas.	1er cas.	2e cas.
1	2	0,693	0,854	273°	388°	2,000	2,421
1	3	1,099	1,250	546	775	3,000	3,842
1	4	1,386	1,492	819	1163	4,000	5,263
1	5	1,609	1,661	1092	1551	5,000	6,684
1	6	1.793	1,788	1365	1938	6,000	8,105
1	7	1,946	1,888	1638	2326	7,000	9,526

Dans les basses pressions, le second cas l'emporte ; plus tard, c'est le 1er cas.

Il y a d'ailleurs une condition essentielle dont il faut tenir compte, c'est qu'on ne peut dépasser une certaine température, et que, par prudence, il faut réduire le plus possible la pression maxima. Or le second cas donne des pressions maxima plus grandes que le premier et surtout des températures beaucoup plus élevées. Si nous admettons qu'il ne faut pas dépasser une certaine température, et, dans la pratique, c'est essentiel, nous voyons que le premier cas est le plus avantageux, car le rapport des températures est toujours 1,421 dans les deux cas, et les forces obtenues sont dans un rapport moindre puisque les nombres de la 3e colonne (2e cas) sont ceux du tableau (B) multipliés par 1,421 et les nombres du tableau (B) sont plus petits que ceux du tableau (A) qui forment la 3e colonne (1er cas).

A égalité de températures et de pressions maxima, l'avantage reste au premier cas, et cela d'autant plus que la température est plus élevée, ainsi que le prouve le tableau suivant où les forces moyennes correspondent à une méme dépense de chaleur dans les deux cas.

TEMPÉRATURES maxima.		PRESSIONS MAXIMA, la pression primitive prise pour unité.		FORCES MOYENNES pour une même quantité de chaleur.	
1er cas.	2e cas.	1er cas.	2e cas.	1er cas.	2e cas.
388°	388°	2,421	2,421	0,884	0,854
775	775	3,842	3,842	1,346	1,250
1163	1163	5,263	5,263	1,661	1,492
1551	1551	6,684	6,684	1,900	1,661
1938	1938	8,105	8,105	2,092	1,788
2326	2326	9,526	9,526	2,254	1,888

Pour une température de moins de 400 degrés, et, dans la pratique, on aurait tort d'adopter moins, l'avantage revient déjà au premier cas.

4e principe. — Il y a avantage, à égalité de températures maxima, à employer de l'air comprimé surtout en prenant les mesures nécessaires pour se servir toujours du même air, l'air revenu à sa pression primitive par la condensation étant de nouveau échauffé.

Si la capacité calorifique de l'air à poids égal, était la même pour toutes les pressions, il n'y aurait aucun avantage à se servir d'air comprimé, car l'air comprimé n fois dépenserait n fois plus de chaleur puisqu'il pèserait n fois plus, que l'air non comprimé. D'un autre côté, k étant la quantité, dépendante de la température seulement, et, par conséquent, constante pour une température donnée, par laquelle il faut multiplier la pression primitive pour avoir la force élastique moyenne à laquelle le travail moteur est proportionnel, nous aurons pour la pression 1 un travail proportionnel à k; pour la pression n, un travail proportionnel à nk. Or si la capacité calorifique est proportionnelle à la pression, nous aurons aussi dépensé n fois plus de chaleur, donc nous n'avons que le travail k pour l'unité de chaleur. Mais si la capacité calorifique de l'air à la pression n n'est pas n fois plus

grande que celle de l'air à la pression 1, comme cela a lieu en effet, nous aurons gagné, car le travail obtenu par unité de chaleur sera $nk\,\frac{c}{nc'}$ ou $k\,\frac{c}{c'}$, c étant la capacité pour la pression 1, c' la capacité pour la pression n.

Laplace a démontré que la capacité calorifique de l'air décroît quand sa pression augmente, suivant la formule suivante : $c' = c\left(\frac{1}{n}\right)^{1-\frac{1}{1,421}}$. Cette formule calculée dans l'hypothèse (*b*) que les capacités calorifiques sont indépendantes de la température, a été vérifiée par MM. Laroche et Bérard, et a présenté un accord remarquable avec leurs expériences. On sait cependant que la capacité calorifique varie un peu (*c*) avec la température, mais cet accord prouve

(*b*) Cette hypothèse est une réalité d'après les expériences de M. Regnault que je viens de citer dans une note précédente. Nous pouvons donc appliquer rigoureusement la formule de Laplace, puisqu'elle est démontrée mathématiquement en partant de cette seule hypothèse qui devient un fait. (Cette démonstration est rapportée dans la *Mécanique* de Poisson, tome 2, N° 639). De plus, MM. Laroche et Bérard ont, comme je le dis ici, vérifié cette formule par expérience et trouvé un accord remarquable. On ne peut donc douter de son exactitude. Cependant, dans son Mémoire présenté à l'Institut, le 18 avril dernier, M. Regnault dit qu'il n'a pas trouvé de différence sensible entre les quantités de chaleur qu'une même masse d'air, sous des pressions qui ont varié de 1 à 10 atmosphères, abandonne en se refroidissant d'un même nombre de degrés. Il présente, dit-il, cette loi avec quelque réserve, parce que ses expériences exigent peut-être une légère correction provenant de l'état de mouvement du gaz. Il cite, en effet, dans son Mémoire, des faits qui prouvent que cet état de mouvement exerce dans les expériences une telle influence qu'il peut complètement changer les résultats. C'est donc bien à cet état de mouvement qu'il faut attribuer le résultat des expériences de M. Regnault, car la formule de Laplace étant démontrée mathématiquement ne saurait être inexacte.

(*c*) Voir la note (*a*).

que cette variation est insensible sur les résultats de cette formule, de sorte que nous pouvons l'adopter.

Le travail moteur pour une même dépense de chaleur, en chauffant de l'air à la pression n, sera donc quelque soit n:

$$\frac{1}{\left(\frac{1}{n}\right)^{1-\frac{1}{1,421}}} k = n^{1-\frac{1}{1,421}} k = n^{\frac{0,421}{1,421}} k.$$

Cela posé, nous trouverons le travail suivant pour diverses valeurs de n:

$n = 1$ ..... Travail moteur = k
$n = 2$ ..... = 1,238 k
$n = 2,5$ ..... = 1,312 k
$n = 3$ ..... = 1,385 k
$n = 3,5$ ..... = 1,450 k
$n = 4$ ..... = 1,508 k

5e *principe*. — L'air est le plus avantageux de tous les gaz.

Si l'on compare la capacité calorifique des différents gaz à volumes égaux, on voit que l'air est un de ceux dont la capacité calorifique est la plus petite. Un seul, l'hydrogène a une capacité moindre; il serait donc plus avantageux ; mais si l'on remarque d'abord que la différence n'est que d'un dixième, ensuite que ce gaz inflammable pourrait donner lieu à des explosions, on voit que la faible différence ne vaut pas la peine que l'on s'expose à d'aussi grands dangers. De plus, la production de l'hydrogène coûte et celle de l'air ne coûte rien.

Conséquences des principes précédents. — Proposons-nous maintenant de calculer pour diverses températures maxima et diverses pressions maxima de l'air, le rapport des forces que l'on peut obtenir de la vapeur à une atmosphère et de l'air chauffé pour la même dépense de chaleur, en supposant la condensation de la vapeur complète, et en

admettant qu'on obtienne de l'air toute la force dont il est capable. (*d*)

631 unités de chaleur sont capables de vaporiser un kilogramme d'eau primitivement à zéro, et la densité de la vapeur ainsi obtenue rapportée à celle de l'air à zéro est 0,451. Un kilogramme d'air à zéro et à la pression $0^m,76$ occupe 773,28 litres ; donc un kilogramme de vapeur à 100 degrés occupe 1,715 litres dans lesquels on peut faire le

(*d*) Dans ce calcul, j'ai supposé que la vapeur ne travaillait pas au-dessous de la pression de l'atmosphère ; c'est-à-dire, j'ai supposé une machine à vapeur sans détente. J'ai supposé pareillement que l air ne travaillait pas au-dessous de la pression atmosphérique. J'ai donc comparé la vapeur et l'air dans des conditions identiques. Il est essentiel d'agir ainsi. C'est pourquoi si l'on veut supposer dans la comparaison, la machine à vapeur à détente prolongée au-dessous de la pression atmosphérique, ce qui n'a lieu que dans les machines à condenseur et à double effet, il faut également supposer dans la machine à air que l'air travaille au-dessous de la pression atmosphérique, ce qui se peut dans une machine à air à appareil réfrigérant et à double effet, puisqu'alors la pression atmosphérique n'intervient plus en aucune manière dans le jeu de la machine. — L'impossibilité d'un travail au-dessous de la pression de l'atmosphère existe pour la machine à vapeur et pour la machine à air, dès qu'on supprime l appareil réfrigérant, ou bien, si, en conservant ce condenseur, la machine est à simple effet.

De plus, la dépense d'eau pour le condenseur d'une machine à air étant beaucoup plus petite que pour celui d'une machine à vapeur, on pourra même établir des appareils réfrigérants pour les machines à air dans des cas où il faut les supprimer pour les machines à vapeur.

J'ai pris ici, pour terme de comparaison, la machine à vapeur à basse pression, et j'y compare les machines à air à divers degrés de pression, parce que le rapport des machines à vapeur à divers degrés de pression entre elles étant connu, j'en puis déduire, comme je le fais dans la suite de ce Mémoire, le rapport d'une machine à air à pression donnée quelconque à une machine à vapeur à pression donnée quelconque.

vide. Ainsi avec 631 unités de chaleur, on peut au moyen de la vapeur faire le vide dans 1,715 litres, ou une unité de chaleur peut faire le vide dans 2,7173 litres, dans lesquels l'air rentrera avec une pression constante d'une atmosphère.

273 unités de chaleur, multipliées par la capacité calorifique de l'air à pression constante, capacité égale à 0,2669 (*e*) élèveront la température d'un kilogramme d'air à 273°, ce qui doublera son volume. $273 \times 0{,}2669 = 72{,}86$; 72,86 unités de chaleur dilateront donc un kilogramme d'air à 0,76 de pression, de son volume 773,28 litres ; donc une unité de chaleur est capable de doubler le volume de 10,613 litres, ou plus exactement, est capable de produire dans une masse d'air à laquelle elle sera appliquée, une dilatation de 10,613 litres pour que sa pression reste constante. Mais nous avons vu que la force produite par cette unité de chaleur varie suivant la masse d'air à laquelle elle est appliquée. La somme des forces que l'on tirera de la dilatation et de la contraction de cet air ne sera pas égale à une atmosphère rentrant dans 10,613 litres, mais d'après notre 2e principe, 1er cas, à 1 atmosphère $\times$ l. hyp. $(1 + r)$ rentrant dans 10,613 litres, r exprimant le nombre de fois que l'air a été dilaté.

Le rapport des forces produites par une unité de chaleur agissant pour dilater l'air ou pour produire de la vapeur

(*e*) La capacité calorifique de l'air vient d'être de nouveau déterminée par M. Regnault, par une moyenne de plus de cent déterminations faites dans des conditions variées. (Voir son Mémoire du 18 avril 1853, comptes-rendus, tome 36, page 676). Elle n'est que 0,2377 et par conséquent moindre que celle avec laquelle j'avais fait mes calculs. Ceci tourne encore à l'avantage des machines à air. Mon Mémoire étant antérieur au travail de M. Regnault, j'avais dû employer la valeur donnée par Laroche et Bérard.

dans une machine à basse pression, sera donc $\frac{10,613}{2,717}$ l. hyp. $(1+r)$ lorsque l'air chauffé n'est qu'à une pression d'une atmosphère. Si l'on chauffe de l'air comprimé primitivement n fois, il faudra d'après notre 4ᵉ principe, multiplier encore ce rapport par $n^{\frac{0,421}{1,421}}$ le rapport définitif sera donc

$$\frac{10,613}{2,717} n^{\frac{0,421}{1,421}} \text{ l. hyp. } (1+r) = 3,9057\, n^{\frac{0,421}{1,421}} \text{ l. hyp. } (1+r).$$

En donnant successivement à r et à n diverses valeurs, on a les résultats suivants. (*f*)

VALEURS de n.	$r = 1$; $t = 273°$		$r = 1,5$; $t = 409°,5$		$r = 2$; $t = 546°$		$r = 2,5$; $t = 682°,5$	
	Rapport à la vapeur.	Pression maximum.	Rapport à la vapeur.	Pression maximum.	Rapport à la vapeur.	Pression maximum.	Rapport à la vapeur	Pression maximum.
$n = 1$	2,71	2atm.	3,58	2 at5	4,30	3atm.	4,90	3at 5
$n = 2$	3,33	4	4,40	5,	5,28	6	6,02	7
$n = 2,5$	3,56	5	4,70	6, 25	5,64	7, 5	6,43	8, 75
$n = 3$	3,75	6	4,96	7, 5	5,96	9	6,79	10, 5
$n = 3,5$	3,93	7	5,19	8, 75	6,23	10, 5	7,10	12, 25
$n = 4$	4,09	8	5,41	10	6,49	12	7,40	14

6ᵉ principe. — Il faut utiliser autant que possible la chaleur de l'air qui se rend au condenseur (*g*).

f) Par suite de la nouvelle valeur 0,2377 trouvée par M. Regnault pour la capacité calorifique de l'air, au lieu de 0,2669, les rapports à la vapeur dans ce tableau doivent être multipliés par $\frac{2669}{2377}$, c'est-à-dire, être augmentés de $\frac{1}{8}$ à peu près.

g) Lorsque ce principe sont essentiel, je ferai remarquer cependant qu'en le considérant comme la base de l'invention des machines

Au premier abord, rien ne semble plus facile; il n'y a pas là les difficultés de l'emploi de la chaleur latente comme dans la machine à vapeur pour laquelle on observe bien ce principe autant que possible, mais on ne peut utiliser qu'une très petite portion de la chaleur abandonnée par la vapeur en se condensant, à moins de recourir à des liquides tels que l'éther, le chloroforme, dont les fuites présentent de grands dangers d'asphyxie pour les chauffeurs et le premier surtout, des risques d'incendie.

à air, on lui a donné trop d'importance. En effet, en produisant de la force, une portion du calorique de l'air s'est transformée, comme je le dis dans ce Mémoire, et cette portion ne peut être utilisée une seconde fois. S'il reste du calorique à utiliser dans l'air qui a déjà servi, c'est parce qu'on n'a pas fait produire à cet air tout le travail qu'il pouvait produire; et cependant il est facile d'y parvenir en donnant à la détente une grande étendue. On peut, en effet, pour la fin de cette détente, laisser l'air emprunter à sa chaleur sensible le calorique latent nécessaire à sa dilatation, pourvu qu'en le ramenant ensuite à sa densité primitive, on empêche sa température de s'élever, résultat que l'on obtient aisément en faisant absorber par un condenseur à injection d'eau froide sous forme de pluie, le calorique dégagé par la compression, de sorte que l'air reviendrait à son volume primitif avec beaucoup moins de dépense de force qu'il n'en aurait produit en se dilatant. Alors, il est évident que la quantité de calorique resté sensible dans l'air dilaté et que l'on pourrait utiliser une seconde fois, diminue quand l'étendue de cette détente augmente, jusqu'à une limite où, la température étant devenue égale à celle de l'air extérieur, cette quantité se réduit à zéro. Ce refroidissement de l'air détermine théoriquement la limite de la détente qui, comme je l'ai déjà dit, est, dans une machine à double effet, indépendante de la pression atmosphérique. Toutefois, la difficulté d'atteindre dans la pratique cette limite théorique est ce qui donne de l'importance au 6e principe de mon Mémoire. Mais, comme l'application de ce 6e principe ne permettra jamais d'utiliser toute la chaleur restée sensible, on le combinera avantageusement avec l'emploi d'une détente étendue. L'avantage trouvé à employer une grande détente constitue donc un 7e principe.

Pour l'air chauffé, la plus grande partie de la chaleur est sensible (1). Dans le trajet qu'il parcourt pour se rendre au condenseur, l'air chaud peut donc abandonner une portion considérable de sa chaleur, et une masse d'air froid égale,

(1) Quand une masse d'air élevée à la température t s'est dilatée par suite de son accroissement de force élastiqne, si elle revient ensuite sans changer de volume à sa température primitive, elle n'abandonnera pas autant de chaleur sous ce nouveau volume qu'elle en a absorbé sous son volume primitif, et la différence est égale à la quantité de chaleur qu'elle dégagerait si on la comprimait de manière à la ramener à son volume primitif.

Si on appelle D' la densité primitive, D la densité de la même masse d'air dilatée, T la température primitive à laquelle cette masse d'air est revenue, Laplace a démontré que l'accroissement T' de température qui aura lieu en ramenant par compression cette masse à sa densité primitive, est donné par la formule

$$T' = (273^\circ + T)\left(\frac{D'}{D}\right)^{\frac{0,421}{}} - 273^\circ.$$

(J'ai remplacé dans la formule de Laplace le chiffre 267 par le chiffre 273 reconnu depuis plus exact.) Si l'on appelle m la masse de l'air, c la capacité calorifique à volume constant, la quantité de chaleur latente qui devient sensible dans cette compression, sera représentée par mcT' ou $mc\left[(273+T)\left(\frac{D'}{D}\right)^{\frac{0,421}{}} - 273\right]$.

$\frac{D'}{D}$ est égal au nombre de fois que la masse d'air a été dilatée par la chaleur. La température nécessaire pour cette dilatation a été $\left(\frac{D'}{D} - 1\right) 273^\circ$; $1,421c$ étant la capacité calorifique de l'air à pression constante, la masse de calorique qui a donné lieu à la dilatation a été $m.\ 1,421c\left(\frac{D'}{D} - 1\right) 273^\circ$. Le rapport du calorique latent au calorique dépensé sera donc :

$$\frac{mc\left[(273^\circ + T)\left(\frac{D'}{D}\right)^{\frac{0,421}{}} - 273^\circ\right]}{m.\ 1,421\,c\left(\frac{D'}{D} - 1\right) 273^\circ}$$

en l'absorbant, s'élèvera d'autant de degrés que la première en aura ainsi abandonné sur sa route ; il faudra ensuite moins de chaleur du foyer pour l'amener à la température voulue. Il semble donc, au premier abord, qu'on ne doit éprouver aucune difficulté à utiliser cette chaleur, mais il faut remarquer que si l'on fait arriver de l'air ainsi chauffé au contact de la cheminée, il n'absorbera plus autant de la chaleur du feu, de sorte que la fumée sortira avec une température beaucoup plus élevée que si l'air n'avait pas été chauffé d'abord, et, par conséquent, on perdra par elle autant de chaleur qu'on en avait gagné en enlevant celle de l'air chaud. Cette difficulté est capitale. Cependant on peut parvenir à l'éluder de la manière suivante :

Considérons d'abord un conduit de fumée AB (fig. 1) tra-

Si l'on fait $T=0$ et si on supprime les facteurs communs, cette formule se réduit à $\frac{\left(\frac{D'}{D}\right)^{0,421} - 1}{\left(\frac{D'}{D} - 1\right)^{1,421}}$. Ce rapport diminue quand $\frac{D'}{D}$ augmente, et il se réduit à zéro pour $\frac{D'}{D} = \infty$ ainsi qu'on le reconnaît en prenant les dérivées des deux membres.

Si l'on remarque qu'on ne pourra pas utiliser une seconde fois la portion de calorique devenu latent, parcequ'on ne peut l'extraire sans force, tandis qu'au contraire, on peut utiliser sinon la totalité, au moins une portion très notable du calorique resté sensible, on verra que la diminution du rapport du calorique latent au calorique sensible, quand la température augmente, accroît encore l'avantage qui se produit à mesure qu'on emploie une température plus élevée. Si on fait $\frac{D'}{D} = 3$, ce qui suppose que l'on chauffe de 546°, le rapport du calorique latent au calorique sensible sera 0,227, en faisant $T = 10°$. Si $\frac{D'}{D} = 2$, ce qui suppose que l'on chauffe de 273°, on aurait de même 0,273.

versé par elle dans le sens indiqué par la flèche. Supposons que ce conduit soit enfermé dans un autre MN, traversé par un courant d'air froid en sens contraire de celui de la fumée. Nous négligerons la quantité de chaleur perdue par rayonnement, ainsi que par le contact de l'air extérieur avec le tube MN, parcequ'on enveloppera ce tube de corps mauvais conducteurs, qui rendent ces pertes très petites. On emploiera pour les parois du tube AB une substance très conductrice, et comme elle sera peu épaisse, nous considèrerons d'abord sa conductibilité comme infinie. Cela posé, soit T la température de la fumée au point A; cette température ira en diminuant en marchant vers B, parce que la fumée cédera sans cesse une partie de sa chaleur aux parois du tube AB. L'air, froid au contraire en M, ira sans cesse en absorbant de la chaleur, de sorte qu'il arrivera chaud en N. Au bout d'un certain temps, l'équilibre sera établi pour la chaleur des parois, de sorte qu'elles donneront en chaque point à l'air autant de chaleur qu'elles en recevront de la fumée. Alors en cet instant, si le tube est suffisamment long, et le courant d'air MN suffisant, la fumée aura perdu en B toute sa chaleur, en A les parois auront pris un température T égale à celle de la fumée, et l'air froid du tube MN gagnant sans cesse de la chaleur, finira par acquérir cette température T au point N. A partir d'un certain instant, toute la chaleur de la fumée sera donc employée à échauffer de l'air à une température égale à sa température primitive, si le courant de fumée est proportionné au courant d'air.

Supposons maintenant le système des deux tubes, enfermé dans un 3e tube KL (*fig. 2*), enveloppé de corps mauvais conducteurs, le tube MN ayant des parois très conductrices comme le tube AB, et supposons d'abord leur conductibilité infinie. Si entre le tube MN et le tube KL, il existe un 3e courant de même sens que celui de la fumée et

consistant en un air chaud à la température T au point L, on reconnaîtra alors comme ci-dessus que, pour une longueur suffisante des tubes et un courant d'air MN suffisant, la fumée du tube AB aura perdu toute sa chaleur, quand l'équilibre des parois sera établi, ainsi que l'air du tube KL, et qu'au contraire, l'air du tube MN aura acquis en N une température T égale à celle de l'air du tube KL et de la fumée en ce point. La longueur des tubes est un élément dont on peut disposer, mais, dans une machine à air, la valeur du courant d'air MN est déterminée par la puissance de la machine, c'est-à-dire, par la quantité d'air dont on a besoin en chaque instant pour cette puissance. Le courant d'air KL est égal au courant d'air MN, puisque c'est ce même air qui vient de servir ; mais il ne pourra rendre, comme dans notre hypothèse, la totalité de sa chaleur sensible à l'air qui arrive, car il y aura des pertes par rayonnement, imperfection de la conductibilité des parois intérieures, contact de l'air avec les parois extérieures, etc. A cause de cela et du calorique latent de l'air du tube KL qui s'est dilaté, calorique latent que cet air n'abandonnera qu'en revenant à son volume primitif après s'être totalement refroidi dans le condenseur (ce retour au volume primitif sera accompagné de production de force par la pression extérieure qui agira sur cet air dont la force élastique est plus petite qu'elle), la chaleur perdue par l'air du tube KL n'échauffera pas l'air du tube MN à un degré aussi élevé que cet air l'a été lui-même, et il faudra pour que l'air du tube MN atteigne en N la même température que l'air du tube KL, qu'il existe un courant de fumée intérieur, mais en proportionnant convenablement ce courant avec le courant d'air et la longueur des tubes, on voit qu'on pourra faire en sorte que la fumée ne s'échappe qu'à la température nécessaire au tirage, et par là on utilisera la plus grande partie de la chaleur de l'air qui doit se

refroidir, sans pour cela laisser la fumée emporter la plus grande partie de la chaleur du foyer.

Ainsi, en résumé, pour utiliser la chaleur de l'air qui se rend au condenseur, sans, pour cela, laisser sortir la fumée avec une température très élevée et une grande masse de calorique qui pourrait être employée, il suffira de faire arriver l'air froid en sens contraire de la fumée et dans un manchon entourant la cheminée, et de faire retourner l'air chaud au condenseur dans un second manchon entourant le premier, et dans le même sens que la fumée, en renfermant ce second manchon dans des corps très mauvais conducteurs.

Si on appelle $\frac{1}{K}$ la fraction de la quantité de chaleur que l'air chaud peut ainsi rendre utilement à l'air qui doit le remplacer, et si on appelle M le travail que l'on peut obtenir d'une unité de chaleur, en supposant qu'il n'en rende aucune portion (c'est dans cette hypothèse que sont calculés les nombres du tableau précédent), il s'ensuivra que $1 - \frac{1}{K}$ unités de chaleur deviendront alors capables de produire le travail M, donc une unité de chaleur produira le travail $\frac{KM}{K-1}$.

Application des principes précédents.

Nous avons vu que, pour obtenir d'une certaine quantité de calorique appliquée à une masse d'air, le maximum d'effet possible, il fallait appliquer toute cette chaleur à cette masse d'air avant sa dilatation. Pour y parvenir, voici les dispositions que j'ai imaginées :

Concevons deux cylindres de même diamètre dans lesquels circulent deux pistons reliés ensemble par un balan-

cier. Supposons que le cylindre A (*fig. 3*) dont les parois sont froides, se soit rempli d'air par un tube *a* qu'une soupape ferme quand le piston redescend. Supposons de plus que le cylindre B ait ses parois chaudes et qu'un tube de communication entre A et B passe dans un foyer. Cela posé, si, dans son mouvement, la machine à air chauffé fait descendre le piston A, et par suite monter le piston B que nous supposons à l'origine au bas de sa course, l'air froid de A passera dans le tube de communication des deux cylindres, s'échauffera et entrera chaud dans le cylindre B. Par cette chaleur la force élastique de l'air augmentera; mais comme il presse à la fois sous les deux pistons dont les surfaces et les courses sont égales, il y a équilibre entre les deux pressions, et le piston A peut ainsi descendre sans éprouver d'autre résistance que le frottement. Lorsqu'il sera parvenu au bas de sa course tout l'air que le cylindre A renfermait, aura passé dans le cylindre B, où il se sera échauffé et aura par suite acquis un excès de force élastique. Pour le faire agir, il n'y aura plus maintenant qu'à fermer la communication entre les cylindres A et B, et ouvrir une communication par le tube *b* entre ce dernier cylindre et un autre, dans lequel un piston sera au bas de sa course. L'air de B en se dilatant soulèvera ce piston et donnera lieu ainsi à la production d'une force motrice.

Mais en opérant de cette manière, il faudra que les pistons A et B éprouvent un temps d'arrêt, et pour obtenir ce temps d'arrêt, il faut une complication dans le mécanisme. Toutefois, on peut éviter le temps d'arrêt de la manière suivante :

Concevons le moment où le piston A étant au bas de sa course (*fig. 4*), le cylindre B vient de se remplir d'air chauffé capable de produire de la force par sa dilatation, la communication entre A et B étant maintenant fermée, et une communication entre le cylindre B et un autre cylindre C étant ouverte. La force élastique de l'air renfermé dans B tend

alors à soulever le piston C, de manière à augmenter la capacité dans laquelle il est contenu. Supposons que pour que l'air soit revenu à la force élastique extérieure, le piston C doive monter de m, la course du piston B étant prise pour unité. Si alors nous lions par un balancier les deux pistons B et C, de manière que le piston B descende quand le piston C monte, et si nous donnons aux bras de ce balancier des longueurs telles que la course de C soit $m + 1$, celle de B étant toujours 1, le piston C montera également; car les pressions sont égales sous les pistons B et C, puisque leurs surfaces sont égales; mais les bras de levier aux extrémités desquels elles agissent, sont inégaux, l'un étant 1 et l'autre $m + 1$, donc le piston C l'emportera. Abstraction faite des frottements, on ne perdra d'ailleurs aucunement à faire ainsi descendre B quand C monte; car à la vérité, à chaque instant la force de C utilisée sera diminuée de $\frac{1}{m+1}$ de sa valeur, quantité employée à faire descendre B, mais cette même force élastique pressant sous C, qui, si B avait été immobile, n'aurait agi pour diminuer d'une certaine quantité que pendant la longueur mdh, agira maintenant avant d'éprouver la même diminution pendant la longueur de la course $(m + 1)\,dh$, car la capacité intérieure qui fait diminuer la force élastique par son accroissement, augmente moins vite dans le second cas. Il faudra donc en chaque instant multiplier la force f du 1er cas par $\frac{m+1}{m}$ et en retrancher le $\frac{1}{m+1}$ de cette quantité, pour avoir l'expression de la force dans le second cas. Cette expression sera donc $\frac{m+1}{m}\left(1 - \frac{1}{m+1}\right) f$, expression qui se réduit à f en effectuant les calculs. Donc la force obtenue dans le second

cas est exactement égale à ce qu'elle était dans le premier, abstraction faite des frottements et des forces vives.

Nous pouvons donc, en établissant une liaison semblable entre les pistons B et C, supprimer le temps d'arrêt. La même disposition va nous permettre d'organiser la machine à double effet. Nous supposons encore, en ce moment, que l'on ne veut utiliser que la dilatation de l'air par son échauffement, et nous négligeons pour l'instant l'emploi que l'on peut faire de sa diminution de force élastique par le refroidissement. Nous verrons plus tard quel parti on peut en tirer. Ainsi, nous supposons d'abord que l'air chaud, après avoir produit son effet dans le cylindre C, s'échappe dans l'atmosphère.

Cela posé, concevons les trois cylindres A, B, C fermés à leur partie supérieure, comme à leur partie inférieure, les tiges des pistons traversant la paroi supérieure dans une boîte à étoupes; concevons, entre les extrémités supérieures des cylindres, des communications semblables à celles que nous avons supposées entre leurs extrémités inférieures, les tubes qui joignent A et B, par en haut comme par en bas, traversant un foyer; supposons enfin que la machine ait été mise en mouvement primitivement, et qu'en ce moment C monte (fig. 5); alors la communication entre B et C est ouverte inférieurement, fermée supérieurement; la communication inférieure de C avec l'atmosphère est fermée, la communication supérieure est ouverte. La communication inférieure entre A et B est fermée, la communication supérieure est ouverte; la communication de A avec l'atmosphère est ouverte en bas, fermée en haut. Le piston C monte donc par la force élastique de l'air chaud renfermé dans la partie inférieure de B, air chaud qui se dilate en produisant de la force; l'air qui se trouve au-dessus du piston C s'échappe dans l'atmosphère. Le piston B s'abaisse, la capacité qui est

au-dessus de lui s'emplit de l'air de la capacité supérieure de A et cet air s'échauffe dans le passage ; A aspire de l'air dans l'atmosphère par sa capacité inférieure. Quand le piston C arrive au haut de sa course, supposons que la machine elle-même change toutes les communications, fermant celles qui sont ouvertes, ouvrant celles qui sont fermées (fig. 6). Alors le piston C se trouve pressé à sa partie supérieure par la force élastique de l'air chaud de la capacité supérieure de B ; à sa partie inférieure il n'éprouve que la résistance de la pression atmosphérique. Il s'abaisse alors de lui-même en produisant de la force. L'air que renfermait la capacité inférieure de A passe dans celle de B en s'échauffant ; A aspire de l'air dans l'atmosphère pour remplir sa capacité supérieure. Quand le piston C est arrivé au bas de sa course, si l'on conçoit qu'il change de nouveau les communications, de manière à revenir à celles de la figure 1, ce piston reprendra de lui-même son mouvement ascendant, et ainsi de suite. On voit que nous avons ainsi obtenu une machine à double effet, dans laquelle l'air n'agit qu'après avoir absorbé toute la chaleur qui devait lui être appliquée.

Mais, dans ce qui précède, nous n'employons que l'excès de force élastique que l'air, en s'échauffant, acquiert sur la pression atmosphérique ; si nous voulons, en outre, utiliser la diminution qu'il acquiert quand, après s'être dilaté, il vient à se refroidir, il faut ajouter un quatrième cylindre égal à C en section, et dans lequel le piston ait aussi la même course. Ce quatrième cylindre D (fig. 7) communique par le haut et le bas avec le cylindre C d'une part et le cylindre A de l'autre. Les tubes établissant ces communications passent dans l'eau froide, de manière à refroidir l'air qui les traverse. Le cylindre D est également plongé dans l'eau froide. De cette manière, le cylindre D remplace l'atmosphère dans la marche de l'appareil décrite ci-dessus : c'est dans lui que A

puise de l'air froid ; c'est dans lui que C chasse l'air qui gênait sa marche. Les communications de D avec A et C seront donc ouvertes comme les communications correspondantes de A et C avec l'atmosphère, dans l'appareil décrit ci-dessus. La marche sera donc la même. Seulement l'atmosphère qui résistait au mouvement du piston C n'y résistera plus; l'air dilaté, en passant de C en D, se refroidira, et par suite, sa force élastique diminuera considérablement; quand le piston C monte, le piston D baisse, de sorte que cet air reste dans un volume constant, il favorise autant la descente de D qu'il nuit à l'ascension de C, et comme les deux pistons sont liés ensemble, son effet est nul. La seule résistance que le piston C éprouve en montant, est donc la force qui résiste à la descente du piston D et qui vient de l'air dilaté refroidi qui se comprime de nouveau pour passer dans la pompe A; mais cette résistance est moindre que celle de l'atmosphère, puisqu'elle vient d'un air dilaté. Il faut encore remarquer que, conformément à notre premier principe, l'air est totalement refroidi avant de se condenser. Ainsi, dans cette disposition, on utilise l'accroissement de force élastique de l'air chaud et la diminution de force élastique de l'air dilaté refroidi ensuite.

Il est bon de remarquer qu'on se sert toujours du même air; on peut donc substituer à l'air à la pression atmosphérique, un air comprimé à autant d'atmosphères que l'on veut. La marche de la machine est la même, et on réalise une économie de combustible, conformément à notre quatrième principe, par suite de la diminution de la capacité calorifique de l'air quand sa pression augmente.

Remarquons maintenant que si, au lieu de donner au piston C une course k fois plus grande que celle du piston B, on donne aux deux pistons la même course, mais en faisant la surface du piston C k fois plus grand que celle du piston B, on arrivera au même résultat. En effet, dans

le premier cas, les pressions sont égales sous les pistons B et C; mais le bras de levier du piston C étant *k* fois plus grand que celui du piston B, C l'emporte *k* fois sur B. Dans le second cas, les bras de levier sont égaux; mais le piston C ayant une surface *k* fois plus grande que le piston B, la pression sur le piston C est *k* fois plus grande que sur le piston B, donc le piston C l'emporte également *k* fois sur le piston B. On peut donc donner à tous les pistons une même course, en leur donnant alors des surfaces différentes. En se fondant sur cette propriété on peut supprimer les balanciers, qui ont l'inconvénient de compliquer toujours les machines et de faire perdre des forces vives; et il suffit pour cela de placer tous les cylindres sur une même ligne, en liant ensemble tous les pistons par une seule tige qui agira directement sur la bielle.

Remarquons encore que le rapport des surfaces ou des courses des pistons C et B est déterminé par le nombre de fois que l'air peut se dilater sans que la pression devienne inférieure à ce qu'elle était avant l'échauffement. Ce rapport est donc déterminé par la température à laquelle l'appareil est destiné à fonctionner. (*h*.)

(*h*) Si l'on veut une grande détente, c'est-à-dire, si l'on veut que l'air, pendant qu'il est chaud, se dilate jusqu'à ce que sa pression devienne très-faible (de cette sorte, il produit d'autant plus de force que l'on prolonge la détente plus loin, car, en se dilatant chaud, il produit plus de travail qu'il ne faudra ensuite en dépenser pour le ramener froid à sa densité primitive), il suffit d'augmenter, dans la proportion que l'on désire, le rapport des pistons C et B; car ce rapport détermine seul la limite inférieure de pression à laquelle l'air doit travailler. Seulement, dans le cas d'un très grand rapport entre les surfaces de ces cylindres alimentaire et travailleur, il se produit, à la fin de la course de chaque piston, un accroissement de résistance au condenseur, que la puissance alors très réduite de ce piston ne pourrait vaincre sans l'aide d'un autre système dont le piston, lié au même arbre que le premier, est dans une autre phase de sa course.

Pour combiner ensemble tous les principes que nous avons démontrés, voici la disposition de machine à laquelle nous nous sommes arrêté :

Quatre cylindres A, B, C, D, (fig. 8,) de même longueur, et, par conséquent, dans lesquels les pistons ont la même course, sont disposés dans le prolongement les uns des autres. Les quatre pistons sont reliés par une seule tige qui agit sur une bielle pour transformer leur mouvement alternatif en mouvement de rotation continu. (Ces quatre cylindres constituent un seul système. Un second système semblable est disposé à côté et agit sur une seconde bielle fixée sur le même arbre que la première à laquelle elle est rectangulaire, afin que quand l'un des systèmes est à un point mort, l'autre soit au milieu de sa course, ainsi que cela se pratique ordinairement pour les cylindres des machines à vapeur.) Les deux cylindres B et C sont placés bout à bout dans une capacité R pleine d'air chauffé. La section du cylindre C est plus grande que celle du cylindre B, et le rapport des surfaces est, comme nous l'avons déjà dit, déterminé par la température à laquelle l'appareil est destiné à marcher (*i*). Les deux autres cylindres A et D sont également placés bout à bout à une certaine distance des premiers et dans un réservoir plein d'eau froide. La section du cylindre A est égale à celle du cylindre B, et celle du cylindre D est égale à celle du cylindre C. Chacun de ces quatre cylindres est des-

(*i*) Voir la note précédente pour les grandes détentes. — Ici, dans le cas de prolongement de la détente, l'accroissement de résistance au condenseur dont j'ai parlé dans cette note, n'a pas d'inconvénient, puisque, comme je le dis dans le texte, il y a deux systèmes semblables, liés au même arbre par deux bielles rectangulaires. Toutefois, on pourrait encore, si l'on voulait, répartir plus également cette résistance sur la totalité de la course, par une disposition analogue à celle de la machine à vapeur à deux cylindres de Woolf.

tiné à remplir le même rôle que le cylindre désigné par la même lettre dans la figure 7. Les communications entre ces cylindres doivent s'ouvrir et se fermer comme le texte l'indique pour la figure 7. J'emploie dans la figure 8 un système de tiroirs disposés sur une seule ligne, réunis par une tige MN, et mus par un excentrique triangulaire. (Cet excentrique ainsi que la bielle ne sont pas figurés sur le dessin, parce que ces pièces sont bien connues et semblables à celles que l'on emploie dans les machines à vapeur. Dans le dessin, je n'ai indiqué les cylindres que par des lignes, les épaisseurs n'ont été figurées que pour les pistons et leur tige. Elles sont également représentées pour les tiroirs qui sont ombrés. Les divers tubes de communication passent les uns devant les autres en se détournant en conséquence. Des points indiquent les portions cachées, soit par d'autres tubes, soit par les tiroirs.) Un seul mouvement des tiroirs change toutes les communications, ainsi qu'il est facile de le voir sur la figure, et cela suffit à la marche de l'appareil, ainsi que nous l'avons démontré ci-dessus.

Dans la machine que je viens de décrire, le premier principe démontré dans ce mémoire est observé, c'est-à-dire que l'air ne commence à se dilater ou à revenir à son premier volume que quand il a, d'une part, absorbé toute la chaleur qui lui était destinée, et, de l'autre, que quand il est revenu à sa température primitive.

C'est pour pouvoir observer le second principe que nous avons enfermé dans une capacité d'un certain volume R les deux cylindres B et C. En effet, si l'air ne faisait que traverser des tubes très chauds, il s'y échaufferait sans doute, mais beaucoup moins que s'il y séjournait un peu, car l'accroissement de température qu'il acquiert dépend, d'une part, de la température des parois, de l'autre, de la vitesse avec laquelle cet air traverse les tubes. Afin de pouvoir

chauffer l'air à une température assez élevée, il est donc nécessaire de faire en sorte qu'il séjourne un peu au contact des parois destinées à l'échauffer, et nous avons reconnu que, pour la même dépense de chaleur, la force produite est d'autant plus grande que la température est plus élevée. Toutefois, notre disposition ne nécessite nullement l'emploi d'une température élevée, elle la permet seulement (*j*), et la température obtenue dépendra de la quantité de combustible dépensée et, par conséquent des dimensions que l'on donnera aux foyers pour le même volume d'air à chauffer. On remarquera donc que, sur le dessin de notre machine, le cylindre A chasse l'air froid dans la capacité R, et que c'est dans cette capacité que le cylindre B puise l'air chaud. Cette capacité remplit ainsi le role de tube de communication entre A et B, mais ce tube est considérablement amplifié. Au reste les dimensions de ce tube n'influent pas sur l'effet produit, dans son intérieur : l'air aura partout pour l'équilibre la même force élastique, mais il n'aura pas partout la même densité ; du côté où il sera le plus chaud, il sera le moins dense; à l'origine du mouvement de la machine, alors donc que le cylindre B enlèvera une certaine quantité d'air à la capacité R, portion la plus chaude du tube de communication entre A et B, le cylindre A lui enverra un volume d'air égal mais de plus grande densité. La densité de la masse d'air ira donc en croissant dans le tube de communication jusqu'à ce que B enlève autant d'air que A en donne à chaque coup de piston, alors il y aura équilibre ; cet équilibre se maintiendra toujours ensuite, et la machine fonctionnera comme si le tube de communication entre A et B était de dimensions infiniment petites. Il faut remarquer

j Voir, à la fin du mémoire, la note A sur les causes qui doivent limiter la température de la machine.

que l'air renfermé dans ce tube de communication étant beaucoup plus dense du côté le plus froid, c'est-à-dire du côté de A, que du côté le plus chaud ou de B, il faudra que l'air renfermé dans A augmente de densité et de force élastique par compression pour entrer dans ce tube de communication. Il n'entrera donc pas à l'origine du mouvement du piston A, ce ne sera jamais que quand ce piston aura parcouru une portion de sa course que l'air pénétrera dans ce tube. Au contraire, à l'origine, ce serait l'air du tube qui refluerait dans le cylindre A, mais on empêchera cet effet par des soupapes permettant à l'air de A, d'entrer dans ce tube, et ne permettant pas le mouvement inverse. On y gagnera un peu de force, parce que le piston B sera, à l'origine du mouvement des pistons, pressé par la force élastique de l'air du réservoir R, qui sera alors plus grande que celle de l'air pressé par le piston A. A la vérité, cette dilatation dans R nécessitera une absorption de chaleur, mais la compression dans A, en produira une certaine quantité qui compensera l'autre perte. Toutefois, la chaleur dégagée par cette compression élevant la température de l'air avant que la fumée ne doive l'échauffer, si cette élévation de température était considérable (et elle ne serait pas un profit puisqu'on perd autant par une dilatation d'un autre côté,) l'air n'absorberait plus une portion aussi forte de la chaleur de la fumée, et il y aurait perte. Mais, dans le cas du maximum, où l'air serait trois fois plus condensé dans le réservoir R que dans le condenseur, ce qui suppose une température de 546° qu'il sera bon de ne pas dépasser pour la conservation de la machine, en faisant usage de la formule de Laplace donnant l'accroissement de chaleur par compression et qui est $T' = (273 + T)\left(\frac{D'}{D}\right)^{0,421} - 273$, D' et D étant les densités, T' et T les températures, on voit que l'élévation de température de l'air ne serait que de 112°,

en partant de la température ordinaire, en l'amenant par compression à posséder une force élastique triple; mais il ne serait pas nécessaire de le comprimer autant, car l'air, dans le réservoir R, s'étant dilaté pendant ce temps, suivant la capacité de ce réservoir la force élastique n'y serait plus trois fois plus grande que dans le condenseur, comme à l'origine; donc l'élévation ne serait guère que de 80 degrés. Comme il faut que la fumée garde une température suffisante pour le tirage de la cheminée, on voit qu'il n'en résultera pas d'inconvénient sensible. S'il existe, il est d'ailleurs compensé par un accroissement de force. On verra de la même manière que l'on peut donner sans inconvénient au tube de communication entre C et D, les dimensions que l'on voudra et que la pression ira d'abord en diminuant dans ce tube, jusqu'à ce que D n'y enlève pas plus d'air que C n'y en introduit. (Il est bon de remarquer que quand de l'air passe d'un cylindre froid dans un cylindre chaud ou inversement, la capacité restant constante, l'air est d'abord comprimé du côté le plus froid, mais à mesure qu'il passe, l'équilibre de densité finit par s'établir, et il se dilate autant qu'il s'était comprimé d'abord, de sorte que finalement, quand tout l'air est passé dans celui des cylindres où il se rend, il a absorbé à la fin par dilatation autant de chaleur qu'il en avait abandonné d'abord par compression, et tout s'est passé, quant à la température, comme s'il n'y avait eu ni dilation ni compression.) On profitera de cette propriété pour rendre plus facilement à l'air qui arrive du condenseur le calorique resté sensible dans celui qui s'y rend. Aussi les tubes de communication sont longs et sur la figure ci-dessus qui représente les cylindres, je ne les ai pas figurés. Des points indiquent comment ont lieu les communications et montrent que le tube qui amène l'air du condenseur est renfermé dans l'autre. Nous pouvons donc, à volonté, chauffer

l'air à une température élevée, et profiter de l'accroissement de force qui en résulte conformément à notre second principe.

D'après notre 3e principe (*k*), il faut faire en sorte que l'air emprunte autant que possible aux parois le calorique latent nécessaire à sa dilatation, et leur rendre celui qu'il dégage par sa compression. A cet effet, les cylindres en fer B et C sont placés au milieu de l'air le plus chaud, de manière à posséder une température élevée, et à se dilater assez uniformément pour ne pas nuire au jeu de leurs pistons. En outre, le tube *efgh*, qui établit la communication entre eux, est recourbé et descend dans la partie la plus chaude du foyer. Au contraire, les cylindres A et D sont dans l'eau froide, et le tube qui sert à les faire communiquer, placé à la partie inférieure de la capacité qui les contient, se trouve dans l'eau la plus froide, et est plus long qu'il n'est nécessaire, afin que l'air se refroidisse bien en se comprimant. (*l*)

D'après notre 4e principe, il y a avantage à employer de l'air déjà comprimé. Notre machine employant toujours le même air, rien ne s'oppose à ce qu'on comprime dans son intérieur autant que l'on veut. Cette compression qui se fera à l'aide d'une pompe à main qui n'est pas figurée, jointe à l'application de la chaleur au réservoir R, suffira pour mettre la machine en mouvement. Quand l'air est comprimé dans

(*k*) Dans le cas où on prolongerait la détente de l'air jusqu'à une très faible pression, les parois des cylindres et des tubes de communication ne suffiraient pas à *fournir à l'air le calorique latent nécessaire à sa dilatation*. La température s'abaisserait donc par l'effet de cette dilatation, et on aurait bien les conditions voulues pour une détente prolongée. (Voir la note *g*.)

(*l*) Voir à la fin du mémoire la note (B), sur les moyens à employer pour opérer le refroidissement par injection d'eau froide.

l'appareil, il y a sans cesse des pertes par les fuites dans l'atmosphère autour de la tige des pistons et de celle des tiroirs, et la pression moyenne dans l'appareil redevient peu à peu la même que si l'on avait d'abord employé l'air à la pression atmosphérique. A cette pression les fuites se compensent à peu près, parce qu'elles font sortir l'air du côté de la chaleur, et elles introduisent de l'air du côté où il est refroidi après sa dilatation. Lorsqu'on emploiera de l'air à une pression supérieure à celle de l'atmosphère, il faudra donc une petite pompe à air alimentaire, qui compensera les fuites, qui seront d'ailleurs très peu importantes, ne pouvant exister qu'autour des tiges des pistons et des tiroirs. (En enfermant dans des tubes soudés contre le réservoir R, et celui qui renferme les cylindres A et D, les portions de ces tiges comprises entre ces deux réservoirs, il ne pourra plus exister de fuites que sur deux points.) Le piston de cette pompe sera mû par la même tige que tous les pistons. Elle puisera l'air dans l'atmosphère et le refoulera dans le réservoir R. Afin qu'elle ne foule pas l'air quand la pression intérieure est assez forte, ce qui ferait perdre inutilement de la force, cette pompe sera munie d'un tube ouvert dans l'atmosphère et qui se fermera seulement quand le manomètre indiquera au-dessous de la pression limite inférieure adoptée.

La pompe ne pouvant fouler l'air que quand ce tube sera fermé, marchera, mais sans comprimer l'air, quand la pression est assez forte. Si l'appareil se dérangeait et si la pompe continuait de refouler dans l'intérieur, quand la pression est suffisante, il n'en pourrait résulter d'inconvénient à cause d'une soupape de sûreté, appliquée au réservoir R. Il y aurait seulement perte d'un peu de force, mais sans danger d'explosion. Pour obtenir que le manomètre ferme le tube en temps convenable, on peut employer un manomètre métallique. On pourrait même employer un manomètre quel-

conque en se servant d'un électro-aimant, car il suffirait de faire établir ou rompre par ce manomètre le courant d'un élément de pile. Rien n'est plus facile avec les manomètres à mercure, et je crois inutile de m'arrêter davantage sur cette question secondaire si facile à résoudre de cent manières.

Notre 5e principe est observé, puisque nous nous servons de l'air atmosphérique.

Pour avoir égard au 6e principe, voici la disposition générale de l'appareil : le foyer est en F (Fig. 13). La fumée court d'abord horizontalement sous une cloison *mn*. Arrivée à l'extrémité de cette cloison, elle est divisée en deux parties pour revenir au-dessus de cette cloison qui est creuse et communique avec le réservoir R de la fig. 8, par l'intérieur de la cloison verticale *pq* (fig. 14) cloison qui divise en deux la fumée, et qui renferme les tiroirs. Le tube *efgh* de la figure 8 descend tout-à-fait dans la flamme au dessous de la cloison *mn* (sur les figures les parois sont représentées par des lignes simples. La figure 14 est une section de la figure 13 suivant KL). La fumée revenue en avant par les deux conduits G et H, passe au dessus du réservoir R et retourne en arrière par les conduits I et J, à l'extrémité desquels a lieu la jonction des deux conduits en un seul S qui circule en faisant plusieurs détours (la figure 13 n'en représente que deux) et arrive à un conduit vertical T, au bas duquel est un foyer d'appel. Avant ce foyer se trouve un registre U qui règle le tirage, et dont la hauteur est fixée par un régulateur à force centrifuge, comme dans la machine à vapeur. L'air froid qui vient du condenseur, et qui est destiné à entrer dans le réservoir R, arrive par un conduit *a'*, renfermé au milieu de celui qui mène l'air chaud au condenseur. Il court le long du conduit de fumée qu'il enveloppe, puis il descend derrière le réservoir R et gagne la partie inférieure de l'appareil. Alors il remonte des deux côtés dans une enveloppe *b'b'* qui

entoure à la fois tout le foyer et le réservoir R (fig 14). Arrivé en haut, il redescend, comme l'indiquent les flèches, dans une enveloppe plus en contact avec le feu *c'c'*, puis revenu en bas, il entre dans le réservoir R en traversant les cloisons *mn* et *pq*. L'air chaud qui se rend au condenseur, sort par un tube *xy*, qui perce la cloison *mn*, et qui est représenté par des points sur la figure 13. Il arrive ainsi à la partie inférieure d'une enveloppe extérieure à toutes les autres. L'air circule dans toute cette enveloppe en faisant diverses circonvolutions, et arrive à un autre conduit qui enveloppe à la fois le conduit de fumée S et le manchon qui amène l'air froid. Puis enfin, il abandonne le conduit de fumée et reste toujours extérieur au tube *a'*, alors il circule à l'intérieur d'un serpentin (cette partie n'est pas figurée) dans un réservoir plein d'eau où il détermine par le reste de sa chaleur une formation abondante de vapeur; la vapeur qui sort de cette eau, se rend dans le conduit T et active le tirage de la cheminée. Enfin de là les conduits vont au condenseur représenté dans la figure 8. Des précautions doivent être prises pour rendre les pertes de chaleur aussi petites que possible autour de l'appareil et des manchons qui renferment le conduit de fumée. On voit de suite que cette disposition réalise les conditions de notre 6e principe. On fait arriver l'air dans le réservoir R par en bas, parceque l'air chaud tend sans cesse à monter et, l'ouverture étant en bas, cet air ne peut refluer en arrière. La section de tous les conduits d'air doit être petite.

Dans la machine que je viens de décrire, tous les principes exposés au commencement de ce mémoire sont appliqués d'une manière complète. En faisant les conduits assez longs, on peut espérer retirer de l'air qui se rend au condenseur, la moitié de la chaleur qui lui a été communiquée, puisqu'il n'y a pas le quart de cette quantité à l'état latent. Cette

moitié sera employée à échauffer l'air froid. On voit ainsi qu'on pourrait multiplier par 2, conformément à la formule du 6e principe, les résultats indiqués dans le tableau relaté à la suite du 5e principe, pour avoir le rapport des forces produites par une même quantité de chaleur appliquée à la machine à air ou à la machine à vapeur à basse pression. (*m*). La quantité de chaleur qui produira le travail 1 dans la machine à vapeur à basse pression, produira donc le travail 13 dans la machine à air, où l'air serait primitivement comprimé 4 fois, et où la température serait portée à 546°. La pression maximum serait alors 12 atmosphères. Si l'on ne veut pas dépasser la pression maximum employée dans les machines à vapeur à haute pression, qui est de 8 atmosphères, on aura encore le travail 11,5 à 546°, et le travail 10 à 409°. Dans la comparaison que nous faisons ainsi du travail des machines, nous négligeons les frottements et les pertes de force vive dans la machine à air, où nous avons 4 cylindres au lieu de 1 comme dans la machine à vapeur; il semble donc que les pertes par frottement et destruction de forces vives, seront plus grandes. Mais, comme la machine à air est à haute pression, les pistons sont plus petits, ce qui compense le nombre; en outre, on utilise presque toute la force qui était employée à pomper de l'eau au condenseur dans la machine à vapeur, car, si la quantité de chaleur est 12 ou 13 fois moindre pour produire la même force, il

(*m*) En tenant compte de ce que la capacité calorique de l'air a, d'après les expériences de M. Regnault, une valeur plus petite que celle dont j'ai fait usage (voir la note *f*). Le travail indiqué ici pour la machine à air doit être accru d'un huitième de sa valeur. Dans mon mémoire, je suppose, dans ce paragraphe et dans le suivant, la machine à vapeur et la machine à air sans détente au-dessous de la pression de l'atmosphère, j'ai égard à une détente semblable dans la note de la page suivante.

faudra 12 ou 13 fois moins d'eau froide pour l'absorber, et même, avec la précaution que nous prenons d'employer encore une partie de cette chaleur à faire de la vapeur d'eau, il ne nous faudra que 40 à 50 fois moins d'eau froide. On peut donc dire qu'on économise la presque totalité de la force employée au condenseur. En tenant compte de cette suppression et de la diminution de surface des pistons, on trouve que, pour les machines à 8 atmosphères de pression maximum, les frottements et les forces vives dépensent dans la machine à air la même fraction du travail moteur que dans la machine à vapeur à basse pression; le rapport des forces produites reste donc le rapport théorique. Au contraire, dans les machines à 12 atmosphères de pression maximum, les frottements et les forces vives seraient une moindre fraction du travail moteur, de sorte que le rapport des forces serait encore augmenté et pourrait aller de 15 à 16. Comme il y a lieu d'espérer retirer encore plus de chaleur que nous ne le supposons, de l'air qui se rend au condenseur, on peut considérer que le rapport serait de 16 à 18.

Pour comparer maintenant la machine à air aux machines à vapeur à haute pression, il suffit d'avoir le rapport de la dépense des machines à haute et à basse pression. Dans la pratique ce rapport est très variable, parcequ'il dépend surtout de la manière dont on utilise la détente. En mer, l'avantage des machines à haute pression sur les machines à basse pression est toujours moindre qu'à terre, parcequ'on n'ose pas autant forcer le feu. On peut admettre au plus moyennement que la quantité de chaleur qui produit une force 1 dans les machines à basse pression, produit une force 1,5 dans les machines à haute pression. Il suffira donc de multiplier par $\frac{2}{3}$ les résultats comparatifs des machines à air et des machines à vapeurs à haute pression. On trouvera

ainsi que des machines à air fonctionnant à 546° et à 410° et de 8 atmosphères de pression maximum, dépenseront environ 8 fois moins qu'une machine à vapeur de même pression (*n*).

Il me reste maintenant à démontrer que les machines à air à haute pression (8 à 12 atmosphères) n'ont pas plus d'inconvénient que les machines à vapeur même à basse pression,

(*n*) Le rapport de la dépense de chaleur de la machine à vapeur a la machine à air, rapport qui doit être augmenté d'un huitième dans ce paragraphe et dans le précédent, est, comme je l'ai dit, calculé dans l'hypothèse d'une détente non prolongée au-dessous de la pression de l'atmosphère pour les deux machines. Ce cas est celui des machines des locomotives pour lesquelles on ne peut avoir d'eau à discrétion. A la vérité, nous supposons un condenseur à la machine à air et nous n'en supposons pas pour la machine à vapeur ; cela vient de ce que ce condenseur de la machine à air qui dépensera peu d'eau lorsqu'il n'y aura pas de détente prolongée, n'en dépensera pas en réalité plus qu'il n'en faut pour l'alimentation de la chaudière d'une machine à vapeur de même force. Les deux machines ainsi comparées sont donc celles que l'on peut employer dans des conditions identiques, et par conséquent, on ne peut pas se fonder sur la détente de la vapeur pour faire des objections aux valeurs que je donne pour les rapports.

Si, maintenant, nous supposons que l'on ait de l'eau à volonté, nous prolongerons la détente dans les deux machines. Il est alors assez facile de voir qu'une machine à air dans laquelle la détente de l'air aurait lieu telle que je l'ai indiquée dans la note (*b*) sans être poussée jusqu'à sa limite, et où elle serait alors combinée avec notre sixième principe (ce qui est le cas de maximum d'effet), produirait un travail 1,5 environ pour la même quantité de chaleur qui produirait le travail 1 dans la machine à air où la détente n'aurait pas lieu au-dessous de la pression de l'atmosphère. Dans la machine à vapeur, la détente arriverait à doubler le travail ; mais on sait qu'on ne peut pas sensiblement dépasser ce rapport. Le rapport du travail produit par la même quantité de chaleur dans la machine à air et dans la machine à vapeur (dans le cas de détentes prolongées), sera donc celui que j'indique dans le cas où il n'y a pas de détente, multiplié par $\frac{1,5}{2}$ ou $\frac{3}{4}$, c'est-à-dire que la quantité

tant sous le rapport de l'usure de la machine, que sous celui des explosions, et à faire voir que non seulement, elles sont beaucoup moins dangereuses, mais qu'on peut même rendre le danger tout-à-fait nul.

1° *Usure de la machine.* — Dans les machines à air, surtout à haute pression, on peut croire d'abord qu'on est exposé à brûler les tuyaux, ou même à les fondre, ce qui établirait des fuites. Je ferai remarquer 1° que la fonte des tuyaux est impossible, car ces tuyaux sont traversés sans cesse par un courant d'air qui tendra à s'activer à mesure que les parois tendront à s'échauffer davantage. Les tuyaux étant ainsi au contact de l'air ne pourront que difficilement s'élever au dessus de la température destinée à la machine, et déterminée par le rapport de ses dimensions. D'ailleurs, en même temps que le passage de l'air dans les tuyaux s'active, et que la machine fonctionne plus vite, un régulateur à force centrifuge diminuera le tirage à l'aide d'un registre. 2°. Sans fondre entièrement une portion de la machine, on pourrait craindre de transformer le fer en fonte à la température rouge, comme il arrive lorsque la température du fer

de chaleur qui produirait le travail 1 dans la machine à vapeur à basse pression et à détente, produirait le travail 14 à 15 dans la machine à air à 12 atmosphères et à 546°, et que celle qui produirait le travail 1 dans la machine à vapeur à pression de 6 à 8 atmosphères et à condensation (c'est-à-dire dans la meilleure machine à vapeur), produirait le travail 8 à 10 dans la machine à air à 12 atmosphères et 546°, et le travail 7 dans la machine à air à 8 atmosphères.

A l'appui de ces chiffres, je citerai la phrase suivante, extraite du mémoire de M. Regnault, inséré dans les comptes-rendus, N° du 18 avril : « Dans les moteurs à air (abstraction faite des pertes extérieures et des obstacles mécaniques ou industriels qui peuvent se présenter dans la pratique), toute la chaleur dépensée est utilisée pour le travail moteur, tandis que dans la meilleure machine à vapeur d'eau, la chaleur utilisée pour le travail mécanique n'est pas le vingtième de la chaleur dépensée. »

est portée trop loin, mais cela n'a lieu qu'à la température rouge et même rouge vif. On sait d'après les recherches de M. Draper, que ce n'est qu'à 526° qu'un corps non phosphorescent peut devenir lumineux dans *l'obscurité absolue seulement;* ce n'est qu'à 654° que dans *l'obscurité absolue,* on peut obtenir un spectre sensible, composé de rayons entièrement rouges ; ce n'est guère qu'alors, que les corps paraissent rouges au jour. La chaleur rouge vif n'a lieu que vers 800°, et le rouge blanc de 1000 à 1200. Tant qu'on ne dépassera pas 550° à 600°, (*o*) on n'a pas à craindre cette transformation du fer en fonte. Or on peut connaître la température des parois quelqu'élevée qu'elle soit, à l'aide des courants thermo-électriques. On sait que si deux fils de deux métaux différents sont soudés ensemble par leurs extrémités, et si l'une des soudures est à une température différente de l'autre, il s'établit un courant électrique d'autant plus fort que cette différence est plus grande. Alors, connaissant la température d'une des soudures, qui sera placée près d'un thermomètre dans l'appartement des chauffeurs, on peut déterminer celle de l'autre soudure qui sera dans la partie la plus chaude de la machine. Le courant électrique peut être accusé par un galvanomètre et même un petit électro-aimant, quand les différences de température sont considérables comme dans ce cas, pourvu que l'on em-

(*o*) En ne dépassant pas cette température, il n'y a pas d'inconvénient à ce que l'air que l'on emploie soit humide, tant au point de vue de la conservation des tuyaux (on pourrait d'ailleurs les cuivrer sur les points où l'action du feu est la plus grande à l'intérieur) qu'à celui de la décomposition de la vapeur d'eau en oxygène et hydrogène, décomposition qui n'aura pas lieu à cette température. Je pense donc que l'on pourra toujours se dispenser de dessécher l'air employé, opération que l'on pourrait, au reste, faire au besoin avant que l'air ne pénètre dans les tuyaux où l'on craindrait la chaleur rouge.

ploie un faisceau de fils, de manière à former une pile thermo-électrique. On pourra donc toujours connaître la température des portions des parois les plus exposées à l'action de la chaleur, et même, si l'on veut celle de l'air intérieur, que l'on obtiendrait en protégeant une soudure avec des écrans, contre le rayonnement des parois. Bien plus, on peut profiter de cette propriété pour avertir les chauffeurs par une sonnerie quand il faut diminuer le feu. Il suffit pour cela que le courant thermo-électrique enroule un électro-aimant, qui agisse sur la détente d'une sonnerie, mise alors en mouvement par la machine. Comme le courant thermo-électrique pourrait ne pas avoir assez de force, on aurait un élément de pile auxiliaire, et le courant thermo-électrique agirait seulement sur l'interrupteur du courant de cette pile, ce qui ne nécessiterait aucune force, et alors on appliquerait la résistance convenant à la température limite.

On voit qu'on peut par ces moyens, éviter complètement les inconvénients du chauffage à sec. D'ailleurs, une erreur de 100 à 200 degrés ne suffirait pas pour fondre les tuyaux, si on avait en vue de ne pas dépasser 500 à 550 degrés, et de plus une semblable erreur n'augmenterait la pression que du tiers ou de la moitié, ce qui ne pourrait faire éclater la machine. La soupape de sureté préviendrait tout accident, tandis que dans la machine à vapeur, il y aurait inévitablement une explosion.

Remarquons encore que dans le cas où, par l'imprévoyance des chauffeurs, un tube serait fondu sur un point, on peut disposer les cloisons les plus exposées à l'action de la chaleur, de manière à pouvoir isoler à volonté une petite partie du réservoir R (fig. 4), soit pour établir la communication entre les cylindres B et C, dans le cas où le tuyau *efyh* destiné à cet usage, serait fondu, soit pour empêcher les fuites d'air de l'intérieur du réservoir R, en isolant la portion percée. La

machine ne serait pas alors arrêtée, et un navire pourrait atteindre le port où il devrait être réparé.

Les petits accidents dont nous venons de parler et que l'on peut éviter par les moyens que nous avons indiqués, existent tout autant pour les machines à vapeur à basse comme à haute pression. Sans doute, tant que les parois métalliques sont en contact avec l'eau, la température ne peut pas s'élever de manière à fondre les parois et à les trouer. Mais il s'établit des dépôts des matiéres contenues dans l'eau, dépôts mauvais conducteurs de la chaleur, et qui, si l'on n'y prend garde, peuvent permettre à une cloison de rougir et de se transformer en fonte, même de fondre et par suite donner lieu aux plus graves accidents. De plus ces dépôts exercent souvent une action chimique sur le fer et percent quelquefois les chaudières, qu'ils usent tout autant que le chauffage à sec qui n'a pas cet inconvénient. Enfin ces dépôts adhèrent quelquefois tellement qu'on ne peut les extraire, et qu'ils mettent en peu de temps des chaudières hors de service.

2° *Dangers d'explosion.* — L'éclatement d'une machine à air ne peut avoir lieu si cette machine a été convenablement essayée à la presse hydraulique, en tenant compte de la diminution de résistance des parois avec l'accroissement de leur température, car la soupape de sûreté déterminera une limite pour la pression maximum. On sait d'ailleurs que ce n'est pas parce que leurs parois ne sont pas de force à résister à la pression que les machines à vapeur éclatent, mais parce qu'il se produit instantanément une transformation de liquide en vapeur, ce qui fait le même effet qu'un corps détonnant. Rien de semblable n'est à craindre dans la machine à air, où il n'y a pas de liquide, et tout danger d'explosion peut être annulé si les parois de la dernière enveloppe extérieure de la machine à air sont recouvertes d'un treillis

métallique, ce qui, dans les dispositions que nous avons adoptées, n'a aucun inconvénient pour la déperdition de la chaleur.

Le seul effet qui puisse se produire, est une rupture ou déchirure partielle donnant sortie à l'air brûlant. Or une telle déchirure n'est pas dangereuse pour la vie des hommes, car, 1° la machine à air ne contient que quelques mètres cubes d'air qui se mêlent de suite avec l'air froid extérieur; 2° ces quelques mètres cubes d'air ayant une grande force élastique se dilateront tellement que leur température s'abaissera d'elle-même par le froid de la dilatation de manière à ne pouvoir nuire, comme il arrive pour la vapeur des machines à haute pression, et cela d'autant plus que l'air sera plus comprimé. Sous ce rapport, plus la machine sera à haute pression, moins il y aura de danger, mais il n'y en aura jamais. (1)

Dans les machines à vapeur, une déchirure semblable est souvent terrible, d'abord à cause de la projection d'eau bouillante qui l'accompagne, ensuite parceque le volume de la vapeur qui peut se former n'est pas limité à quelques mètres, mais devient 1700 fois plus grand que la masse d'eau de la chaudière dans une machine à basse pression, et cette vapeur à 100 degrés, qui est à la pression atmosphérique, et qui par suite ne se dilate pas, reste à 100°, et brûle les hommes. On peut donc dire que les immenses dangers que la vapeur fait courir aux chauffeurs, disparaissent complètement dans l'emploi des machines à air.

Annulation du danger, économie d'argent, tels sont pour les machines fixes, les avantages des machines à air sur les machines à vapeur. Pour les locomotives, et surtout pour

(1) Les hommes peuvent vivre d'ailleurs quelque temps dans un air à une température supérieure à 100 et même 130°, ainsi que M. Arago le prouve par des exemples dans l'Annuaire de 1827.

les navires, il y a un avantage plus grand encore qui se joint à ces deux premiers, c'est la réduction du poids du combustible. En mer, cette réduction permettra d'embarquer assez de charbon pour faire les plus longues traversées, ce qui est actuellement impossible avec la vapeur. Pour les traversées courtes, elle permettra de remplacer par des marchandises le combustible que l'on transporte; enfin elle permettra l'application des machines à la marine de guerre, d'une manière vraiment utile. Réduire la dépense en argent et en combustible à $\frac{1}{12}$ ou $\frac{1}{13}$ est pour la marine un avantage incalculable.

Remarquons que, bien qu'elles aient 4 cylindres où il n'en faut qu'un pour la vapeur, les machines à air seront cependant moins volumineuses que les machines à vapeur, car elles n'auront pas leurs immenses chaudières. Elles seront aussi beaucoup moins pesantes, en tenant compte du poids de ces chaudières pleines d'eau.

Je vais, en terminant, examiner si la machine à air chauffé de M. Ericsson réalise les principes fondamentaux de l'emploi de l'air chauffé, exposés au commencement de ce mémoire. Pour cela je vais d'abord décrire la machine de M. Ericsson d'après sa patente. J'indiquerai ensuite les modifications que, d'après les journaux, il a fait subir à cette machine en la construisant :

Cette machine consiste en deux cylindres A et B (*fig. 15*), A ayant une plus grande section que B. Les pistons de A et de B sont liés par deux tiges, de manière à se mouvoir également. En *t* et *v* sont les foyers; la chaleur du feu agit sur le fond du cylindre A et d'un réservoir cylindrique R qui communique avec lui; ce réservoir est renfermé dans le conduit de fumée *mn*. Le cylindre B, au contraire, est plongé dans l'eau froide. Sous le piston A se trouve un appendice plein de cendre, pour empêcher la communication

de la chaleur à ce piston. Le réservoir R est divisé en deux parties par un système de cloisons horizontales. L'intervalle de ces cloisons est divisé en deux parties *e* et *f*, n'ayant entre elles aucune communication, par une capacité *g*, divisée elle-même en deux parties par une cloison horizontale, et dont la partie supérieure communique au moyen d'un tube *hi* avec le cylindre B, et la partie inférieure, au moyen d'un tube *kl* avec le cylindre A. Dans les deux boites *e* et *f* sont tendus des treillis mécaniques; deux tiroirs *a* et *b* font que les boites *e* et *f* peuvent alternativement établir la communication entre la partie supérieure et la partie inférieure du réservoir R; l'autre boite faisant alors communiquer la partie inférieure et la partie supérieure de *g*, et par suite les cylindres A et B au moyen des tubes *hi* et *kl*. Dans le mouvement des tiroirs, on voit donc que *e* et *f* changent de rôle. Un tube *rs* établit en outre une communication entre R et B; une autre communication existe d'ailleurs entre R et A et peut être fermée par une soupape *a*. Cela posé, pour mettre la machine en mouvement, on comprime de l'air dans R par un tube *c*. Les pistons A et B montent alors par la différence des pressions, et on ferme le robinet du tube *c*. Dans le mouvement ascensionnel des pistons, la soupape *i* du tube *hi* est fermée, la soupape *s* du tube *rs* est ouverte; l'air qui se trouvait au dessus du piston B entre donc dans R, il traverse les treillis métalliques *e* qui sont chauds, il s'échauffe dans ce passage et arrive dans dans la partie inférieure de R, où il continue de s'échauffer ainsi que dans le fond du cylindre A où il arrive librement, la soupape *u* étant ouverte. Lorsque le piston A est au haut de sa course, la soupape *u* se ferme, la soupape *l* s'ouvre ainsi que la soupape *i* et la soupape *s* se ferme. Le piston A tend alors à descendre par son poids et chasse l'air chaud dans le tube *kl*. Cet air traverse le treillis métallique *f*, qui

était froid, lui communique une portion de sa chaleur et va perdre le reste dans le condenseur B. Quand A est au bas de sa course, les soupapes ouvertes se ferment, les autres s'ouvrent, et A monte de nouveau par la différence des pressions. La machine continuant ainsi de fonctionner, le treillis métallique *e* se refroidit peu à peu, car l'air du condenseur qui tombe froid dans R, descend de suite et traverse ce treillis. Le treillis *f* s'échauffe par le passage de l'air chaud, et alors quand *e* est froid et *f* est chaud, les tiroirs *a* et *b* sont poussés, et *e* et *f* changent de rôle.

Cette machine est, comme l'on voit, à simple effet. Elle n'emploie que deux pistons ; il semble donc qu'à égalité de travail, elle donne lieu à moins de frottements et de forces vives que la mienne qui emploie quatre pistons; mais il faut remarquer que si la machine de M. Ericsson n'a que deux pistons, c'est parce qu'elle est à simple effet, de sorte qu'il faut un mouvement double des pistons pour produire le même effet qu'un mouvement simple dans la mienne. Au point de vue des frottements, on ne gagne donc rien à égalité de force à construire la machine à simple effet.

Il paraît que dans la machine construite par M. Ericsson pour son navire, le cylindre B puise l'air dans l'atmosphère, et l'air qui a servi dans le cylindre A, s'échappe également dans l'atmosphère. En outre il n'y a plus qu'un seul système de treillis métalliques au lieu de deux; il est épais, et et comme ce treillis est froid du côté de l'atmosphère, chaud du côté du cylindre A, l'air qui a servi (abstraction faite de son calorique latent dont M. Ericcson ne tient pas compte) abandonne presque toute sa chaleur sensible à ce treillis avant de sortir, et l'air extérieur, en entrant, absorbe la chaleur de ce treillis en atteignant, dit M. Ericsson, une température très voisine de celle de l'air qui vient de sortir. Mais si l'on tient compte des résistances que ce treillis doit

faire éprouver, quoiqu'on en dise, de la dilatation de l'air qui s'échappe dans l'atmosphère, dilatation qui le refroidit, de la compression de celui qui entre, compression qui l'échauffe aux dépens de la puissance de la machine et non des treillis métalliques, on voit qu'il s'en faut de beaucoup que l'air entrant puisse absorber la presque totalité de la chaleur de celui qui vient de servir.

Dans la machine de M. Ericsson, notre premier principe, le principe fondamental de l'emploi de l'air chauffé, n'est pas observé. En effet, l'air s'échauffe à mesure qu'il se dilate; l'air froid de B tombant dans R en proportion de la course du piston, descend de suite au fond de ce réservoir à cause de son excès de densité; il traverse le treillis métalliques et achève de s'échauffer dans la partie inférieure de R, où en se dilatant, il chasse le piston A. L'air tend donc à s'échauffer proportionnellement à la course du piston, puisque c'est proportionnellement à cette course qu'il traverse le treillis métallique et tombe au contact des parois chaudes: donc M. Ericsson s'est rapproché autant que possible des conditions du minimum de force.

L'air se dilatant à mesure qu'il s'échauffe, n'a pas le temps d'atteindre une température élevée; aussi M. Ericsson ne chauffe qu'à 260°, d'après les journaux qui ont rapporté les résultats de ses expériences. M. Ericsson ne profite donc pas de l'avantage de la haute pression, avantage d'autant plus grand qu'il diminue les frottements et les pertes de force vive, et ce n'est qu'à cette condition qu'on ne perd pas en résistances inutiles, une plus grande fraction du travail moteur que dans les machines à vapeur.

L'air s'échauffant en même temps qu'il se dilate, on peut dire qu'il prend à lui-même le calorique latent nécessaire à sa dilatation.

M. Ericsson comprime l'air pour mettre sa machine en

mouvement, mais il ne le maintient pas comprimé, de sorte que les fuites amènent au bout de peu de temps l'air de la capacité R à la pression d'une atmosphère. Il ne profite donc pas de l'avantage de l'emploi de l'air comprimé.

Pour utiliser la chaleur de l'air qui s'échappe dans l'atmosphère, M. Ericsson se sert de treillis métalliques. A cause de la température peu élevée de cet air, qui fait que la proportion de calorique latent est plus grande, à cause des résistances du treillis, etc., il ne pourra guère recueillir dans les circonstances les plus avantageuses que la moitié de la quantité de chaleur qui a été absorbée par l'air qui a servi. De plus il n'a pas pris les précautions nécessaires pour absorber la chaleur de la fumée aussi facilement que si l'air n'était pas échauffé d'un autre côté, aussi cette fumée emporte au moins les deux tiers de la chaleur du foyer. Donc il perd de ce côté au moins autant qu'il gagne de l'autre (*p*).

(*p*) Afin de diminuer l'inconvénient des toiles métalliques et d'empêcher la fumée d'emporter aussi aisément la chaleur dans l'atmosphère, M. Reech a proposé d'opérer la combustion en vase clos, en faisant arriver l'air par insufflation à travers le pied d'une colonne incandescente de combustible. Mais alors, loin d'être plus parfaite qu'à l'air libre, comme le dit M. Reech, la combustion serait très incomplète. En effet, il se produirait une distillation à la tête de cette colonne sous l'influence de la chaleur de la base et l'oxygène de l'air serait entièrement dépensé avant d'atteindre le sommet. Il y aurait donc perte très considérable de chaleur par imperfection de combustion et j'ajouterai, *danger d'explosion*, car les gaz formés pourraient plus tard se trouver mélangés dans l'intérieur de l'appareil avec une certaine quantité d'air atmosphérique, et, dans cette circonstance, il y aurait détonation.

Je crains bien que l'emploi des turbines pour les moteur à air ne fournisse pas à M. Reech, ainsi qu'à M. Burdin qui l'a devancé dans cette voie, de meilleurs résultats que le chauffage en vase clos. La vapeur paraît mieux encore que l'air se prêter à ce système, surtout à cause de notre premier principe; et cependant, malgré de très

En résumé, si nous recourons au tableau que nous avons donné à la fin du 5e principe, nous verrons que la machine à air de M. Ericsson, abstraction faite des frottements et de la chaleur recueillie à l'air qui vient de servir, donnerait un travail 2,71 (puisqu'elle est à 260°, et l'air à 1 atmosphère) pour la même quantité de chaleur qui ferait donner un travail 1 à la machine à vapeur, et cela en supposant toute la force de l'air employée, mais en renvoyant l'air chaud dans l'atmosphère, il n'y a que la force de la dilatation qui soit utilisée; en recourant au paragraphe qui termine la démonstration du 2e principe, 1er cas, on verra que la force élastique moyenne intérieure pendant la dilatation est alors 2 log. 2 et de là il faut retrancher la pression extérieure qui est 1 ; cette force se réduit donc à 0,39 au lieu de 0,69 que suppose le tableau cité du rapport de l'air à la vapeur. Au lieu du rapport 2,71 on n'aura donc que le rapport

$$2{,}71 \times \frac{0{,}39}{0{,}69} = 1{,}53$$

et ce rapport suppose l'application de notre premier principe, application qui n'a pas lieu. Il ne faut pas tenir compte de l'économie produite par le treillis métallique, puisque l'excès de perte de chaleur par la fumée, occasionné par lui, la compense au delà. En outre, les frottements et les pertes de force vive sont proportionnellement plus grands que dans la machine à vapeur; de plus le frottement de l'air dans les treillis métalliques doit donner lieu à une résistance notable, quoiqu'en dise M. Ericsson ; enfin il n'y a qu'une bien petite fraction de la force de l'air utilisée puisque l'échauffement est proportionnel à la course du piston ; donc cette machine doit produire pour une même quantité de chaleur beaucoup moins que 1,53 fois plus de travail que la

nombreux essais, on n'a pas obtenu de résultats aussi satisfaisants que ceux qu'ont fournis les machines à cylindres et à pistons. Le plus grand obstacle à vaincre est l'excessive vitesse.

machine à vapeur à basse pression ; donc s'il y a économie, elle doit, malgré les récits des journaux, être très minime, et il est très probable que la machine de M. Ericsson dépense au contraire plus qu'une machine à vapeur à basse pression de même force (*q*).

Avant M. Ericsson, en 1849, un français, M. Lobereau, a fait fonctionner à Paris un modèle de machine à air chauffé, inventé dès 1846. Ce système consistait en une boîte ABCD (fig. 16), dont la moitié de gauche était chauffée par un foyer, et celle de droite refroidie par de l'eau froide. Une caisse RS, remplissant à peu près la moitié de la capacité de cette boîte pouvait par son mouvement chasser l'air d'un côté ou de l'autre, de sorte que par ce mouvement qui, abstraction faite du frottement et de la force vive, n'éprou-

(*q*) Au moment où ce paragraphe a été écrit, les journaux annonçaient des résultats merveilleux de la machine Ericsson. Ces annonces n'avaient pas changé ma manière de voir fondée sur un calcul, et ce calcul a reçu depuis une confirmation éclatante ; car, quand l'Ericsson dépensait si peu de combustible, il ne marchait que comme un navire à vapeur dont le combustible aurait été réduit dans la même proportion, et même il allait moins vite.

Il est résulté de là, dans le public, l'opinion que les moteurs à air ne pouvaient produire de vitesse. Cela venait uniquement du manque de force, puisque la force détermine seule la vitesse. Cependant, il est vrai de dire que, quelqu'immenses que l'on eût fait les pistons, l'impossibilité que l'air s'échauffe instantanément dans les cylindres travailleurs, l'énorme résistance des treillis métalliques au passage de l'air, résistance qui croît très vite quand la vitesse augmente, ne pourraient jamais permettre d'avoir directement et sans engrenage une très grande vitesse ; mais ces défauts ne sont inhérents qu'au système Ericsson et nullement aux machines à air en général.

Il paraît que M. Ericsson a fait, l'été dernier, d'importants changemeets à son moteur. Il s'est rapproché de nos principes en le faisant à haute pression et à double effet. (J'ai le premier parlé de machines à double effet.)

vait aucune résistance, l'air pouvait être alternativement échauffé ou refroidi. De là des variations dans sa force élastique : quand il était chaud, il se dilatait et soulevait un piston P ; quand il était froid, la pression extérieure faisait redescendre le piston. Cette machine était, comme l'on voit, à simple effet ; l'air se dilatait à peu près proportionnellement à la course du piston qui faisait mouvoir la boite RS, et on était encore dans les conditions du minimum de force. Cette machine avait, ainsi qu'il est facile de le voir, tous les inconvénients de celle de M. Ericsson, et elle avait de moins que cette dernière l'avantage d'utiliser une portion de la chaleur de l'air destiné à se refroidir; elle n'utilisait pas d'ailleurs davantage la chaleur de la fumée, puisqu'il fallait des parois à une température plus élevée que celle de la fumée (*r*).

(*r*) M. Franchot et M. Lemoine ont aussi, depuis longtemps, construit des moteurs à air dont la description n'est pas complétement publiée. Ces moteurs ont, toutefois, le défaut de renfermer des treillis métalliques. Cependant, dans une de ses machines, M. Franchot fait parcourir aux deux masses d'air dans un appareil nommé *caléfacteur,* un long trajet dans lequel elles sont séparées par des lames métalliques minces, très étendues, et marchent en sens contraire l'une par rapport à l'autre. Mais cela ne suffit pas pour utiliser la chaleur de la fumée: il faut un triple courant, comme nous l'avons vu. Dans un système décrit, en 1840, par M. Franchot, on trouve la disposition que M. Lobereau a appliquée en 1846 et que je viens de décrire. Dans un autre système conçu en 1848 et dont M. Franchot propose maintenant l'adoption, les masses d'air enfermées entre deux pistons mobiles subissent des variations continues et graduelles de pression et de température, et reviennent périodiquement à leur état primitif, sans aucune variation brusque et sans cesser d'agir sur les pistons qui transmettent à l'extérieur le travail moteur et résistant exercé par l'air, alternativement échauffé et refroidi, sur leurs surfaces. Ce système est évidemment contraire à notre premier principe, et se trouve toujours voisin des conditions de minimum de force.

Je n'ai pas parlé dans ce mémoire, d'employer comme force motrice l'air *chauffé* en alimentant *lui-même* la combustion, afin de ne perdre *aucune* portion de la chaleur dégagée, parceque les produits de la combustion auraient le défaut d'engraisser tellement les cylindres que les pistons cesseraient de fonctionner au bout de quelques instants. Il faudrait alors recourir à des liquides comme intermédiaires; mais ce moyen, outre qu'il serait dangereux pour la vie des hommes, en cas de fissure, a trop d'autres inconvénients surtout dans les machines exposées à des secousses, pour pouvoir être regardé comme *pratique*. J'ai bien pensé à la combustion des gaz, et en particulier de ceux que l'on obtient par la décomposition de la vapeur d'eau sur le charbon à la température rouge, mais quand les gaz ne sont pas purs, ils ont aussi le défaut d'engraisser, et les gaz chimiquement purs coûtent trop cher. En outre, l'emploi des gaz présenterait de grands dangers d'explosion. En tenant compte d'ailleurs de ce que dans les machines à air telles que celles que je viens de décrire dans ce mémoire, on emploie une seconde fois une partie de la chaleur qui vient de servir, on voit qu'on ne réaliserait pas d'économie sensible en utilisant les produits de la combustion eux-mêmes comme force motrice.

En résumé, étant posée la question : construire une machine qui fonctionne au moyen de l'air chauffé, cette question sera résolue par tous les mécaniciens, comme je l'ai déjà dit au commencement de ce mémoire. Mais si on pose ainsi la question *scientifiquement* : trouver d'après quels principes doit être construite une machine à air pour produire le maximum de travail pour la même dépense de chaleur, et indiquer le moyen de les réaliser; la question est nouvelle. La recherche de sa solution m'a conduit à divers principes exposés dans ce mémoire et qui se rapportent à

tous les points de vue sous lesquels on peut envisager l'emploi des gaz chauffés : nature du gaz, température, pression, loi de l'échauffement, de l'application de la chaleur, absorption de la chaleur de la fumée et de celle de l'air qui a déjà servi. J'ai démontré en outre que ces principes ne sont pas appliqués dans les machines de MM. Lobereau et Ericsson, et j'ai fait voir qu'il est cependant facile de les réaliser.

NOTES.

(A) Deux causes doivent limiter la température à laquelle peut fonctionner une machine à air. La première est la nécessité de s'arrêter dès que la température rouge commence; parce que, à partir de cette température, la résistance du fer décroît extrêmement vite si la température continue de croître, et en outre la machine s'userait en très peu de temps. La température rouge ne commençant dans l'obscurité qu'à 526°, d'après M. Draper, on pourra atteindre 500 à 550 degrés au plus. Il n'existe aucun moyen d'échapper à l'influence de cette cause; mais il n'en est pas de même de la seconde, qui est l'emploi des huiles pour graisser les pistons, emploi qui permettrait à peine d'atteindre 250 degrés, car, au-delà, les huiles se décomposeraient et ne pourraient plus fonctionner. L'avantage énorme que l'on trouve à élever la température doit faire renoncer à cet emploi, mais comment les remplacer? L'élévation de la température est même tellement avantageuse, que je pense qu'il vaudrait encore beaucoup mieux renoncer à l'emploi des huiles que de limiter la température pour cet emploi, ainsi, par exemple, se servir de pistons garnis d'acier, comme on le fait ordinairement maintenant, et cuivrer l'intérieur des cylindres de fonte pour les rendre moins rudes. On pourrait aussi, à cet effet, se servir de talc; mais, avec ces moyens, on aurait toujours des frottements très grands, qui useraient beaucoup les pistons et les cylindres, et feraient perdre du travail. Pour prévenir cela, j'ai imaginé un système de cylindres et de pistons dans lesquels il n'y a qu'un frottement de

roulement, de sorte que les huiles deviendront inutiles, et que, cependant, le frottement sera encore plus doux qu'il ne l'est actuellement avec elles. (Les cylindres B et C soumis à l'action de la chaleur seraient seuls disposés de cette manière.) La section du cylindre suivant son axe aurait la forme de la fig. 6, dans laquelle $ab = bc = cd$. Les sections perpendiculaires à l'axe sont carrées pour les portions *abmn* et *cdop*, et la section perpendiculaire à l'axe pour la portion *bcno* a la forme de la fig. 10. Le piston est une caisse carrée un peu plus longue que l'une des portions *abmn* ou *cdop*, et pouvant, par son mouvement, remplir alternativement ces deux capacités. Entre cette caisse-piston et les parois de la partie moyenne *bcno*, se trouvent quatre rouleaux d'acier poli à bouts concaves, et quatre boules aux quatre angles du carré qu'ils forment (fig. 11), toutes ces pièces étant libres les unes des autres. Ces rouleaux et ces boules, que l'on peut faire élastiques, pressent fortement entre la caisse-piston et les parois du cylindre, pour fermer d'une manière étanche.

Cela posé, on voit que, quand la caisse-piston viendra à se mouvoir, aucun frottement rude n'existera; les rouleaux et les boules rouleront en faisant deux fois moins de chemin que la caisse-piston; et pour que leur mouvement soit régularisé et que la pression de l'air ne les dérange pas, une tige liée à celle du piston, de manière à parcourir deux fois moins d'espace que cette dernière, se divisera en quatre branches portant un galet à leur extrémité. Ces branches entreront dans la capacité *bcno* entre les parois et la caisse-piston, et leurs galets touchant les rouleaux serviront à les guider en cas de besoin. Il faudra deux guides semblables, l'un au-dessus, l'autre au-dessous des rouleaux. L'intérieur du cylindre et l'extérieur de la caisse-piston seraient cuivrés pour rendre le mouvement plus doux. Pour prévenir la déformation, la caisse-piston devra être remplie d'air comprimé au même degré que dans l'appareil, et quant aux cylindres, étant placés dans la capacité R de la fig. 8, la pression à leur extérieur ne sera jamais moindre qu'à leur intérieur. Au besoin, d'ailleurs, des rouleaux fixés aux guides pourraient presser à l'extérieur la capacité *bcno*.

(B) Dans ce système d'appareil réfrigérant ou condensateur, la condensation se fait à sec. Pour la rendre plus prompte et plus complète, il est très facile d'employer une injection d'eau froide. En effet, le refroidissement se fait dans les cylindres A et D de la fig. 8, et l'air qui est renfermé dans ces cylindres est constamment

destiné à se refroidir. On peut donc établir une injection continue d'eau froide, sous forme de pluie, dans ces deux cylindres et à leurs deux extrémités, c'est-à-dire, en avant et en arrière des pistons. L'établissement de cette injection ne présente aucune difficulté. Elle se fera à l'aide de pompes, et l'eau entrera par de petits trous faits aux cloisons qui ferment les cylindres par les bouts; mais il faut aviser aux moyens de retirer l'eau entrée dans les cylindres sans enlever d'air dans l'appareil ou sans en laisser pénétrer. Rien n'est plus facile. L'eau entrée dans le cylindre D sera refoulée en même temps que l'air par les pistons de ce cylindre dans le cylindre A, où elle se mêlera avec celle qui tombe dans ce cylindre. (Il y a avantage à ce que ce refoulement ait lieu aux extrémités de la course du piston, afin que l'eau remplissant alors les tubes de communication, la pompe de compression soit plus parfaite. Pour cela, il suffit que l'ouverture des tubes qui doivent établir la communication ne soit pas à la partie la plus basse du cylindre.) L'eau entrée dans le cylindre D en sortira donc par le seul jeu du piston de ce cylindre, et loin de nuire, elle rendra le jeu de cette pompe D plus parfait. De la même manière, le jeu du piston dans la pompe A refoulera l'eau entrée dans cette pompe soit directement, soit en venant du cylindre D, dans le conduit, volumineux à volonté, comme nous l'avons vu, qui porte l'air dans la capacité R. C'est de l'intérieur de ce conduit qu'il faut enlever l'eau entrée, sans enlever d'air. Pour cela, on établira dans ce conduit un réservoir G (fig. 12.); l'air et l'eau du cylindre A arriveront par un tube TL entrant par le fond de G et montant presque jusqu'au haut de cette capacité; un autre tube *mn*, partant du haut du réservoir G, servira à porter l'air dans la capacité R; l'eau retombera dans le fond de G où se trouve un tube *op* conduisant à la pompe destinée à enlever l'eau; et si cette pompe est disposée de manière à enlever autant d'eau à chaque coup de piston que la pompe à injection en donne, il est clair que l'eau restera à un niveau constant dans la capacité G et qu'il ne pourra nullement sortir d'air de cette capacité, ce qui remplit la condition voulue. Mais je le répète, il faut pour cela que la pompe d'épuisement enlève exactement autant d'eau que la pompe d'injection en fournit. Si la pompe d'épuisement enlevait plus d'eau que la pompe d'injection n'en donne, elle ne tarderait pas à enlever de l'air dans la capacité G, et si elle enlevait moins, l'eau finirait par pénétrer dans la capacité R. Pour prévenir ces deux inconvénients, on fera la pompe d'épuisement plus petite que la pompe d'injection,

ce qui fait disparaître le second inconvénient en créant le premier; mais on établira une seconde pompe, de sorte que les deux pompes puisent plus d'eau que la pompe d'injection n'en fournit; toutefois cette deuxième pompe ne fonctionnera que quand le niveau de l'eau dans G sera à une certaine hauteur. A cet effet, cette pompe auxiliaire sera munie de deux tubes, l'un prenant l'eau dans G et l'autre dans le réservoir d'alimentation de la pompe d'injection. Ordinairement, le premier tube sera fermé et le second ouvert, de sorte que cette pompe pompera toujours, mais non dans G; au contraire, en fermant le second tube et ouvrant le premier, elle puisera de l'eau dans G; il suffit donc que les ouvertures de ces tubes soient déterminées par la hauteur du niveau de l'eau dans G. A cet effet, on se servira d'un élément de pile de Bunsen; l'armature d'un électro-aimant placée dans le courant réagira sur les robinets des tubes, quand le courant sera fermé; et quand il sera rompu, un ressort antagoniste fermera le tube de la pompe auxiliaire venant dans G et ouvrira l'autre tube. Pour que le courant soit établi en temps convenable, un tube recourbé plein de mercure rx, et étranglé en plusieurs points pour ralentir le mouvement du mercure dans son intérieur, sera placé dans G. Les deux branches seront ouvertes; l'une d'elles sera posée dans l'eau et l'autre dans l'air. (Pour cela, une cloison empêche l'eau de remplir tout le fond de la capacité G.) Une pointe en platine descendra dans le tube ouvert dans l'air, cette pointe communiquera à un des pôles de la pile, et le mercure du tube à l'autre pôle. On voit alors que quand le mercure rencontrera cette pointe, le courant sera établi; et quand le niveau de l'eau viendra à baisser dans G, le mercure baissera dans la branche x du tube, et le courant sera rompu. On pourrait encore employer divers autres moyens pour régler le jeu de cette pompe; mais ici, il suffit d'en indiquer un.

Par l'emploi de l'injection, on rendra les pompes A et D très bonnes. (Elles seraient parfaites si elles étaient divisées chacune en deux pompes verticales, les pistons horizontaux se trouvant alors couverts d'une couche d'eau: les fuites d'air deviendraient par suite impossibles autour des pistons.)

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

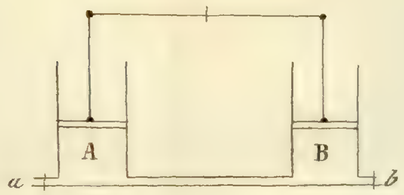


Fig. 4.

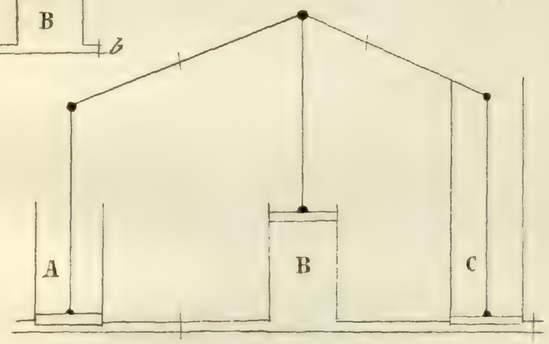


Fig. 5.

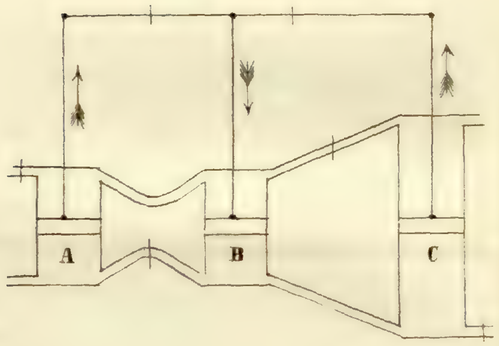


Fig. 6.

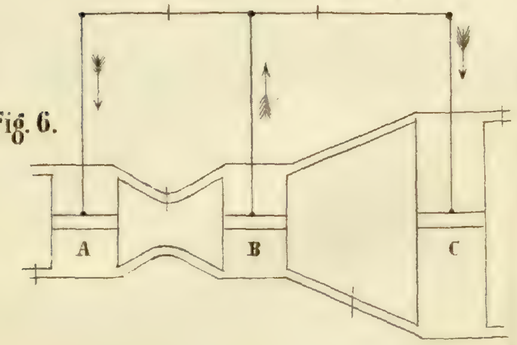


Fig. 7.

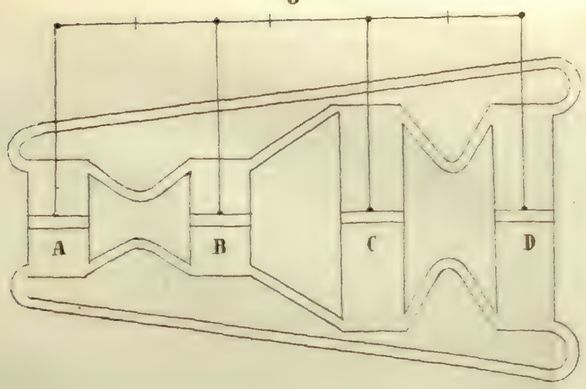


Fig. 8.

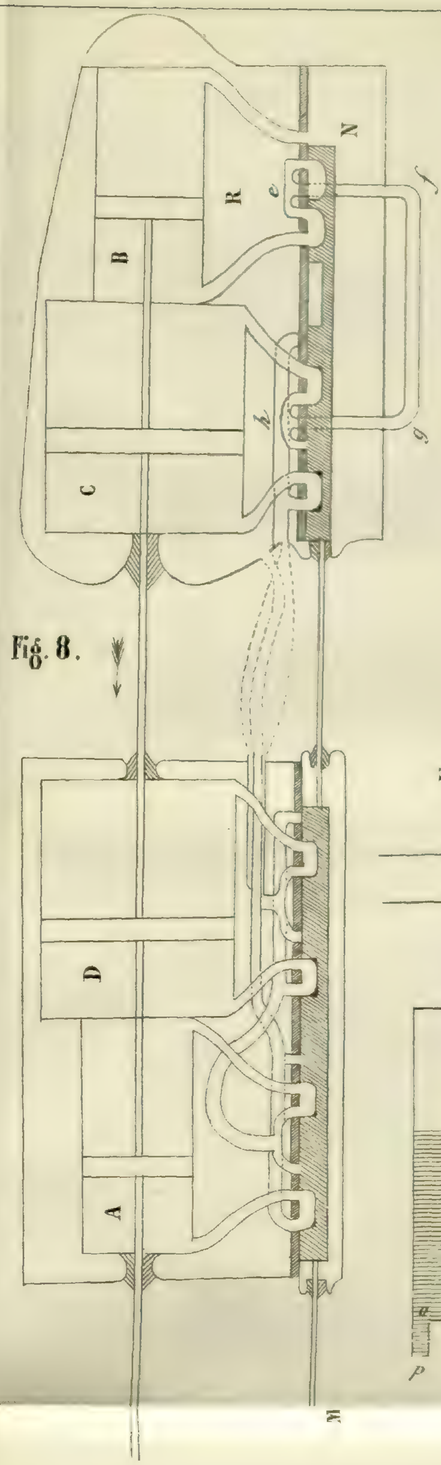


Fig. 9.

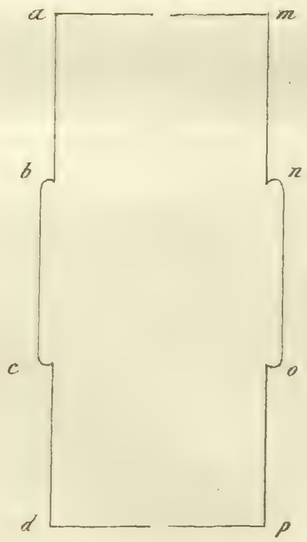


Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

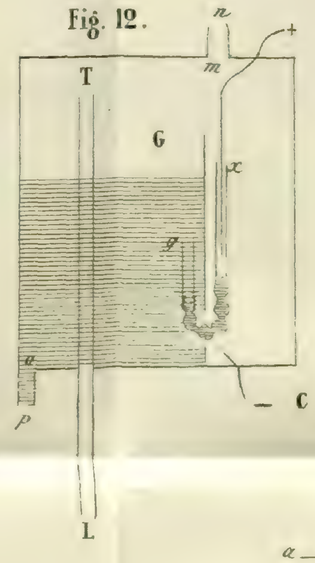


Fig. 13.

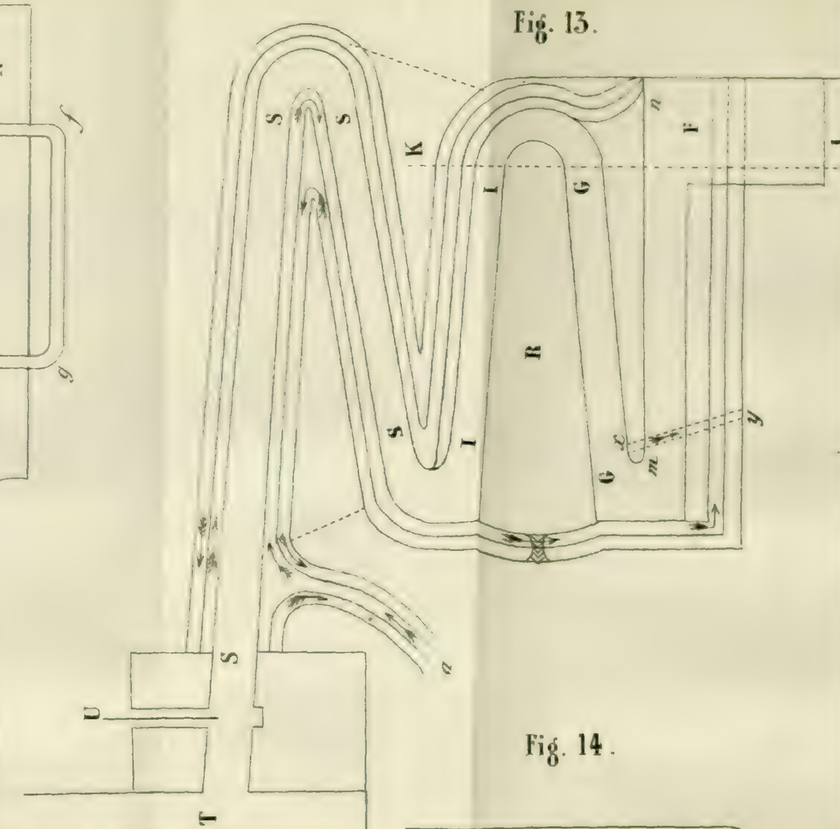


Fig. 14.

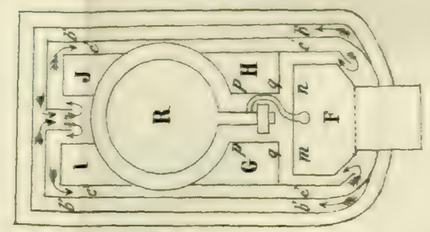


Fig. 15.

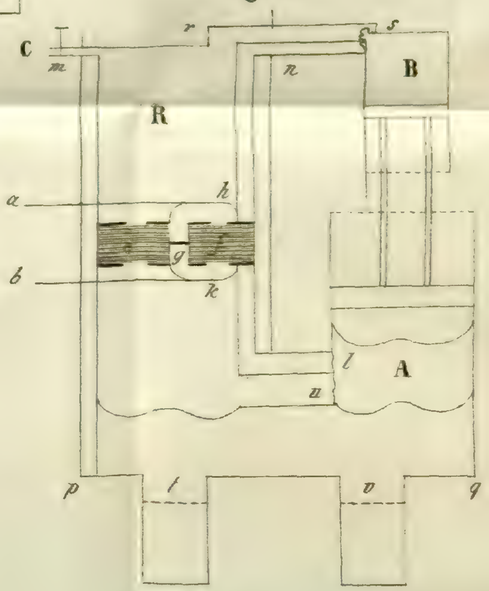
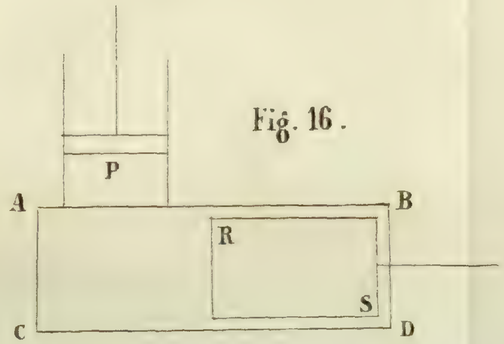


Fig. 16.



DU BOURGEON

DANS LE GENRE LYTHRUM,

par M. le Dr LEBEL.

La plus récente flore de la France, celle que publient en ce moment MM. Grenier et Godron, admet six espèces de Lythrum :

Lythrum Salicaria, L.
Græfferi, Ten.
Hyssopifolia, L.
Lyth. bibracteatum, Salzm.
Thymifolia, L.
geminiflorum, Bert.

L'habile observateur qui décrit ces types spécifiques, dans l'ouvrage que je viens de citer, fait remarquer que deux d'entre eux (*Lyth. bibracteatum* et *Lyth. Thymifolia*) ont à l'aisselle de chaque feuille deux bourgeons, l'un floral et l'autre raméal, placés l'un devant l'autre (il serait plus exact de dire l'un au-dessus de l'autre), et dont l'un avorte ou se développe imparfaitement.

« Rien de semblable, ajoute-t-il, ne s'observe dans les *Lythrum Græfferi* et *Hyssopifolia*. »

De ces remarques, celle qui s'applique au *Lyth. bibracteatum* et au *Lyth. Thymifolia* est exacte de tout point.

J'ai pu m'en convaincre sur trois exemplaires de celui-ci, pris au bord de la mare de Grammont, près de Montpellier,

et sur un exemplaire de celui-là, provenant de l'étang de Jonquières, près de Beaucaire, et dû à l'obligeance de M. Alexis Jordan.

Mais les remarques qui concernent les *Lyth. Græfferi* et *Lyth. Hyssopifolia* sont loin de s'accorder avec les faits, ainsi que j'espère en donner la preuve. Je me suis assuré, en effet, que, loin d'être une exception dans le genre Lythrum, la gémination des bourgeons est un caractère normal et constant, au moins chez les espèces françaises.

Avant d'entrer dans l'examen des faits qui m'ont servi à former mon opinion sur ce point, notons que le *Lyth. geminiflorum* a manifestement un double bourgeon, toujours floral, superposé à l'aisselle de chaque feuille.

Je n'ai pas vu la plante de Bertoloni, mais la description de M. Jordan et la figure qui l'accompagne (obs. pl. nouv. p. 40 et 41, pl. 2.) ne peuvent laisser de doute à cet égard.

La diagnose de M. Godron (Fl. fr. v. 1. p. 597) n'est pas moins explicite, et il n'est pas possible, je le répète, de rester dans l'indécision sur ce point.

Sur six espèces françaises de Lythrum, en voilà donc déjà trois dont la gemmation double n'est pas douteuse.

Venons maintenant à celles que l'on suppose en différer sous ce rapport.

J'ai pu multiplier les recherches sur le *Lyth. Hyssopifolia* qui abonde dans la zône occidentale de notre presqu'île et ne manque guères dans le reste de son étendue.

Il n'est pas rare de le trouver avec quelques unes de ses fleurs géminées, bien que les ouvrages descriptifs, à ma connaissance, si j'en excepte la flore du centre de la France, par M. Boreau, ne fassent aucune mention de cette particularité.

Mais la gémination normale du bourgeon chez cette plante se revèle parfois d'une manière autrement évidente

que par des retours rares et incomplets à la disposition typique.

Au mois de septembre 1853, je recueillais à Neufmesnil, près de la Haye-du-Puits, un exemplaire de *Lythrum Hyssopifolia* dont la moitié des fleurs environ étaient géminées et placées un peu obliquement l'une au-dessus de l'autre.

La fleur supérieure était régulièrement développée ; à un millimètre environ au-dessous d'elle naissait la fleur inférieure, parfois avortée dès son jeune âge et réduite à un rudiment presque imperceptible, dont les bractées par contre avaient pris un accroissement inusité ; parfois un tiers ou moitié plus petite que la fleur supérieure, mais ayant d'ailleurs une organisation normale, paraissant suivre une évolution régulière et réduite, en apparence, à ces petites dimensions plutôt par un retard que par un arrêt de développement; parfois, quoique plus rarement, ne différant en rien de la fleur normale.

Dans quelques cas le bourgeon inférieur s'allongeait en rameau.

Quand la fleur était solitaire, son pédoncule naissait d'ordinaire de la tige à un millimètre au-dessus de la feuille.

Sur les rameaux, le pédoncule sortait quelquefois à l'aisselle même de la feuille.

Quelques jours plus tard, je rencontrais abondamment la même plante dans une localité nouvelle, à Yvetot, près de Valognes, avec cette particularité remarquable que presque tous les individus avaient presque toutes leurs fleurs géminées et développées à peu près également.

Les deux fleurs étaient généralement plus rapprochées l'une de l'autre que sur l'échantillon de Neufmesnil : rarement y avait-il entre elles plus d'un demi-millimètre d'écartement.

Quelques individus portaient à la fois, et à peuprès égale-

ment, des fleurs solitaires et des fleurs géminées; celles-ci communément vers le milieu de la tige.

Vers le bas des tiges, le bourgeon inférieur se développait parfois en rameau. Vers le haut il disparaissait souvent de manière à ne pas laisser de traces.

En dessous des fleurs solitaires, entre-elles et la feuille, on trouvait souvent des vestiges d'un bourgeon floral ou raméal arrêté dans son évolution. Il en était de même sur les exemplaires à fleurs toutes solitaires; j'ai dit plus haut qu'ils étaient rares dans la localité.

Des faits que je viens d'indiquer il résulte nécessairement que le *Lyth. Hyssopifolia* a normalement les bourgeons geminés, et que sa fleur, quand elle est solitaire, est amenée à cet état par arrêt de developpement ou transformation d'un des bourgeons, ordinairement l'inférieur.

J'ai été curieux de visiter dans mon herbier les exemplaires assez nombreux qui me proviennent de diverses localités de la Manche, du Calvados, de l'Eure, de l'Orne, du Doubs, de Lot-et-Garonne, de la Marne, de l'Hérault et de la Corse. Quelques uns ont plusieurs de leurs fleurs géminées : sur presque tous on trouve, ça et là, en dessous d'une fleur régulièrement développée, un rudiment de bourgeon, souvent floral, parfois raméal, entravé de bonne heure dans sa croissance.

L'examen de ces exemplaires d'origine diverse vient donc encore confirmer le résultat de mes recherches sur le vif et prouver surabondamment que le *Lythrum Hyssopifolia* a, dans le principe, une gemmation double ordinairement florale, parfois régulière dans son évolution et qui le rapproche beaucoup du *Lythrum geminiflorum*.

J'ai pu observer bien des fois sur l'espèce qui nous occupe une conformation des lobes calicinaux qui se retrouve sur toutes les espèces françaises et que je n'aurais pas songé à

signaler ici, si elle n'était complétement méconnue dans un ouvrage devenu à bon droit classique, le Synopsis de Koch. (Syn. ed. 2. p. 273.)

Le tube du calice est couronné sur les Lythrum d'une double série de lobes, en nombre égal dans chaque série, alternes de l'une à l'autre, et à préfloraison valvaire dans toutes deux.

Pour former les lobes externes, le limbe se replie sur lui-même de dehors en dedans et ses bords viennent se joindre et se souder sur la ligne médiane, du sommet jusque près de la base du lobe : à ce point le feuillet intérieur s'en détache de chaque côté et va former une moitié d'un des lobes internes.

Il résulte de cette disposition qne les lobes externes sont constitués par deux feuillets du limbe accolés et soudés, tandis qu'un feuillet limbaire unique constitue les lobes internes. Aussi les premiers sont-ils herbacés, presque charnus, tandis que les seconds sont d'ordinaire membraneux, avec une nervure dorsale légèrement herbacée.

Contrairement à ce que dit le botaniste d'Erlangen, ce sont les lobes externes qui divergent sur la fleur et le jeune fruit, tandis que les internes sont connivents à cette époque. Plus tard les uns et les autres se redressent et viennent s'appliquer sur la capsule mûre, dans les espèces où elle finit par dépasser le calice.

Les pétales s'insèrent sur les dents externes, un peu au dessous du sinus des dents internes.

Je m'étonne qu'on n'ait pas songé à utiliser pour la distinction des espèces dans le genre Lythrum des caractères qui m'ont paru constants, par exemple l'arrangement symétrique des feuilles sur la tige et le nombre des côtes caulinaires, qui concorde avec lui et paraît même en dépendre.

Ainsi, dans le *Lyth. Hyssopifolia*, les feuilles, toutes

alternes, se recouvrent de cinq en cinq, et la tige porte cinq côtes dentées en scie.

Sur le *Lythrum Græfferi* les feuilles inférieures sont comme décussées, les supérieures sont alternes, se recouvrant de quatre en quatre, et la tige offre quatre côtes.

Je ne doute pas que ce caractère pût fournir d'autres applications.

On a, par contre, attaché trop d'importance comme signes distinctifs, dans les Lythrum, à des particularités d'organisation sujettes à varier. Ainsi les tiges sont parfois couchées et radicantes à la base dans le *Lythrum Hyssopifolia* tout aussi bien que dans le *Lythrum Græfferi*. J'en ai recueilli et communiqué de nombreux exemples aux botanistes qui veulent bien correspondre avec moi.

Je ne connais le *Lythrum Græfferi* que par deux exemplaires de mon herbier, l'un recueilli par M. Dunal, sur la route de la Corniche à Monaco, l'autre pris à Bonifaccio (Corse), par M. Requien, dont la Botanique déplore la perte encore récente.

De ces exemplaires le second n'est qu'un long rameau ; il a les feuilles toutes alternes, linéaires. Le premier, plus complet, a les feuilles inférieures opposées en croix, oblongues, un peu élargies vers le sommet, presque en cœur à la base, et les feuilles inférieures comme le précédent. Tous deux ont d'ailleurs les caractères de fleur et de fruit attribués à la plante de Tenore.

Je n'ai pu apercevoir sur aucun d'eux le rudiment d'une seconde fleur ; mais à l'aisselle de plusieurs feuilles, entre la feuille et la fleur, j'ai vu parfois poindre deux courtes feuilles, indice incontestable d'un bourgeon raméal entravé de bonne heure dans sa croissance.

Le *Lythrum Græfferi* ne diffère donc en rien pour sa gemmation des *Lythrum bibracteatum* et *thymifolia*, si ce n'est que le bourgeon inférieur avorte plus souvent.

Reste à examiner le *Lythrum salicaria* que ses fleurs en longs épis et comme verticillées semblent éloigner beaucoup au premier coup d'œil, de ses congénères français.

Voici ce que j'ai observé sur cette plante.

Vers le bas de la tige et des rameaux, on ne distingue fréquemment qu'un seul bourgeon raméal, dont le développement est sujet à varier.

En approchant de l'inflorescence, on rencontre assez souvent, au dessous du rameau, un bourgeon floral arrivé à diverses époques de son évolution.

D'ordinaire il est gros comme un grain de mil ; parfois il atteint et très rarement il dépasse la moitié des dimensions d'une fleur normale. Il est reçu et comme logé dans une cannelure de la base du rameau, du côté de la feuille. S'il manque, une petite cicatrice marque fréquemment sa place.

En renversant la feuille et exerçant sur elle une traction modérée qui la détache en partie de la tige et ne l'y laisse plus adhérer que par un lambeau d'écorce et de fibres ligneuses, tantôt l'avorton de fleur s'enlève avec la feuille et reste accollé à sa base ; tantôt, au contraire, il demeure attaché au rameau.

Une disposition analogue s'observe à l'aisselle des bractées inférieures de l'épi.

Le bourgeon supérieur s'est développé là, comme on sait, en un pédoncule gros et court, renflé et déprimé supérieurement, puis divisé en trois ou cinq, rarement sept pédicelles uniflores, très courts, placés côte à côte et comme digités; espèce de sertule sur un seul plan, dont les ramules extérieurs tombent parfois prématurément.

Dans l'angle rentrant qui se trouve entre le pédoncule et la bractée, on apperçoit habituellement une fleur arrêtée dans sa croissance, comme il y en avait une en dessous du rameau entre la feuille et lui, sur les axes caulinaires.

De quatre à huit bractéoles très petites, noires ou brunâtres, subulées, sont disposées en ligne arquée et comme en demi collerette, à la base de ces deux bourgeons dont l'un avorte, tandis que l'autre s'est régulièrement développé.

Quand il y a quatre bractéoles, elles sont espacées régulièrement autour des bourgeons. S'il y en a huit, elles sont groupées symétriquement alors par paires. Il est évident, ce me semble, qu'une moitié appartient à chaque bourgeon ou à l'axe qui en émane.

Il est à remarquer que nous avons ici un nombre de bractéoles double de celui qui se rencontre sur les autres espèces.

Dans la partie moyenne de l'inflorescence, le bourgeon supérieur continue à se développer, comme il vient d'être dit. Seulement l'axe qui en sort se raccourcit, comme tous les axes, du reste, à mesure que l'on s'élève sur la tige.

Entre lui et la bractée, on ne trouve plus d'ordinaire les vestiges d'une fleur inférieure avortée; mais alors, de la base ou du milieu du pédoncule, toujours du côté de la bractée, naît brusquement un nouvel axe floral très court, simple et uniflore, ou divisé, presque à sa naissance, en trois ou cinq pédicelles juxta-posés, uniflores, dont les deux extérieurs sont sujets à s'étioler et à tomber de bonne heure.

Il est clair que le bourgeon floral inférieur, qui avortait presque complètement à la base de l'inflorescence, se développe à sa partie moyenne, reste d'abord soudé au pédoncule supérieur, puis s'en sépare et se divise à peu près comme lui, en gardant toutefois une direction un peu différente.

Nous avons déjà vu, du reste, un commencement de soudure entre les axes nés des deux bourgeons, à l'aisselle des bractées inférieures.

En haut de l'épi on ne trouve communément plus de traces du bourgeon inférieur : quelquefois pourtant une petite cicatrice en indique la place.

Nous venons de passer en revue toutes les espèces françaises de Lythrum et sur chacune d'elles nous avons vu le bourgeon géminé.

Le bourgeon inférieur est de seconde génération, relativement au bourgeon supérieur. C'est là sans doute ce qui explique la fréquence plus grande de ses avortements, les arrêts et les retards de son développement.

Le bourgeon supérieur est toujours floral sur les espèces dont les fleurs naissent à l'aisselle des feuilles, le long de la tige : (*Lyth. geminiflorum, L. Hyssopifolia, L. Thymifolia, L. Græfferi, L. bibracteatum.*)

Il est raméal, en dessous de l'inflorescence, sur notre unique espèce à fleurs en épi : (*Lyth. Salicaria.*)

Le bourgeon inférieur est tantôt constamment floral sur une même espèce, (*Lyth. geminiflorum, L. Salicaria?*) tantôt constamment raméal, (*L. Thymifolia, L. Græfferi, L.' bibracteatum.*)

Il est possible, du reste, que de nouvelles observations fassent trouver des exceptions à cette espèce de règle.

Quelquefois le bourgeon inférieur se développe indifféremment en fleur ou en ramule, (*Lyth. Hyssopifolia*).

Le fait si constant de la gémination des bourgeons ne peut être omis dans l'histoire du genre Lythrum, soit comme caractère générique, soit comme caractère de section, si des espèces exotiques venaient, ce qui n'est pas probable, à se montrer différentes des nôtres sous ce rapport. Les modifications qu'il présente ont été déjà et pourront être utilisées avantageusement pour la distinction et le signalement des espèces.

ESSAI

DES VINAIGRES,

Par M. BESNOU.

Malgré les savants articles publiés dans les ouvrages spéciaux sur les falsifications des substances alimentaires, il est quelquefois possible à des praticiens moins en renom d'indiquer quelques faits utiles, et de donner quelques modes faciles, pratiques, et à la portée d'un plus grand nombre de personnes; mais ce qui est surtout important, c'est de bien fixer le point de départ et la limite dernière ou point d'arrêt.

Ayant eu occasion d'examiner assez souvent des vinaigres pour le service de la marine et par quantités élevées, j'ai eu à doser leur richesse acétimétrique, qui varie notablement selon leur provenance.

Les vinaigres expédiés de Bordeaux par les soins de la direction des subsistances, m'ont, en général, offert la densité la plus grande et le titre acétimétrique le plus élevé. Ils atteignent, en général, 1022 grammes le litre ou 1,022 au densimètre universel à la température de 15°c.

Rochefort nous en a expédié qui ne donnaient que 1,015; aussi, au bout de peu de temps, ils se sont altérés et se sont remplis de mucosités qni les ont rendus impropres au service. J'ai constaté par expérience directe que du vinaigre de Bordeaux marquant 1,022 pris comme type, par l'affusion d'une

partie d'eau contre trois de vinaigre, était ramené à une densité de 1,016, et que pour qu'il marquât 1,015, il fallait l'additionner de 38 pour cent d'eau. Il en résulte donc que ces deux vinaigres ne sauraient être considérés comme ayant une valeur commerciale égale ; mais, ce qui est bien plus grave, c'est que, tandis que le premier est d'une conservation longue, à bien dire indéfinie, le vinaigre à 1,015 de densité, ne représente pour l'acheteur que 2/3 au plus de bonne marchandise, et en outre l'expose à se voir déçu dans son attente, par suite d'une prompte détérioration qui marche de plus en plus jusqu'à la putréfaction.

Plusieurs auteurs ont fixé les quantités *de carbonate de potasse ou de soude,* nécessaires pour saturer 100 grammes de bon vinaigre. M. Soubeiran admet *dix pour cent* de carbonate de potasse pur et sec, M. Chevallier 6 à 7,40 de *carbonate de soude pur,* ayant perdu de 65 à66 pour cent d'eau de cristallisation.

J'ai toujours remarqué que l'emploi des carbonates alcalins laissait à désirer sous le rapport de l'exactitude du dosage des vinaigres, parce que le gaz qui se dégage entraîne une partie de l'acide acétique et qu'il est impossible de constater le point de saturation exacte, sans l'emploi de la chaleur, qui vient encore augmenter la déperdition opérée par le dégagement du gaz carbonique.

La *volatilité du gaz ammoniacal* me fait craindre que le procédé de Ure, par l'ammoniaque liquide, ne soit susceptible de faire varier les résultats, lorsque la liqueur préparée est titrée d'avance.

Le *saccharate de chaux*, que vient d'indiquer M. William Gréville, serait, sans contredit, un mode excellent, si la solution calcifère pouvait se conserver sans altération, ou bien encore qu'on pût être sûr d'un titre identique en la préparant avec un même poids de sucre, de chaux et d'eau;

mais l'on ne peut être certain d'avoir de la chaux pure, également décarbonatée, également hydratée, si ce n'est dans les laboratoires de chimie; cela rend donc ce moyen difficile à pratiquer, à moins de *conserver un type de vinaigre devant servir à titrer à chaque fois le saccharate.*

La chaux caustique, le carbonate de cette base, ne m'ont offert aucune facilité d'exécution ni aucune garantie d'approximation.

J'ai eu jusqu'à ce moment recours avec avantage à une faible solution de potasse à l'alcool, bien pure, faite dans les proportions de 6 grammes 80 centigrammes pour 100^{cc} de solution, qui doit alors saturer exactement un volume égal de bon vinaigre à 1,022 de densité. Alors, au moyen d'un tube gradué ou même de la balance, on peut établir en centièmes la valeur d'un bon vinaigre. J'ai même eu la précaution de prendre concurremment la densité correspondante qui, par cette comparaison, s'est toujours trouvée notablement proportionnelle à la quantité d'eau ajoutée pour le même vinaigre, ce qui m'a permis d'établir le tableau qui suit:

Vinaigre (100 vol.)	à 1022	Solution normale 100.00 vol.
	à 1021	95.50
	à 1020	91.00
	à 1019	86.00
	à 1018	82.00
	à 1017	77.25
	à 1016	73.00
	à 1015	68.20

S'il ressort de ce tableau qu'un détaillant ne puisse être soumis à une poursuite pour avoir livré du vinaigre au titre ci-dessus le plus inférieur, que nous ne croyons pas *loyal et marchand, puisqu'il n'est pas susceptible d'une bonne conservation*, il n'en reste pas moins évident que l'acheteur qui aurait spécifié *vinaigre de Bordeaux*, dans sa demande, serait pourtant en droit de laisser pour compte.

Est-ce à dire que l'autorité ne doive cependant de son côté faire ses efforts pour sauvegarder les intérêts du petit consommateur qui, dans ce dernier cas, perd un tiers environ de la valeur absolue en vinaigre et aussi en qualité, car généralement les vinaigres les plus forts sont aussi les plus riches en arôme.

Comme il peut arriver encore qu'une potasse à l'alcool ne soit pas la même par suite d'un vice de préparation, par suite d'hydratation, j'ai examiné quelle était la quantité proportionnelle de solution normale alcalimétrique de Descroizilles, correspondant à un volume de bon vinaigre, et j'ai trouvé qu'une solution de potasse, neutralisant un volume égal de liqueur sulfurique, exigeait 160 pour cent de vinaigre à 1022 de densité; c'est donc le rapport exact de 5 à 8. Cet essai permet alors de pouvoir titrer avec précision une solution de potasse quelconque et de la ramener au taux normal de 6 gr. 80 pour cent centimètres cubes de liqueur acétimétrique.

Les divers vinaigres sur lesquels j'ai opéré *ne précipitent pas nettement les solutions d'azotate d'argent, de chlorure de baryum.*

Aux divers procédés employés pour constater l'acide sulfurique libre, au moyen duquel on les remonte rarement par bonheur, je crois devoir en ajouter un nouveau bien simple, et qui me semble d'une certitude absolue et sans réplique.

L'expérience directe m'ayant démontré que, si un vinaigre (ou même de l'eau) est additionné d'un millième d'acide sulfurique (ce qui l'acidule très fortement), l'éther sulfurique indiqué par Orfila dans le cas de toxicologie serait incapable, sans concentration préalable, d'enlever l'acide ainsi dilué, j'ai donc cherché un moyen aussi net que possible et d'une sensibilité extrême.

Prendre 10 grammes de vinaigre, l'introduire dans un

tube cornue, y adapter un tube de Liebig contenant une liqueur potassée assez faible, distiller jusqu'à siccité et décomposition totale. Vers la fin de l'opération, on voit le tube cornue se remplir de vapeurs blanches acides de gaz sulfureux d'abord, puis d'acide sulfurique, selon la proportion ajoutée.

Vider les boules, y faire passer un courant de chlore gazeux pour transformer le sulfite en sulfate, précipiter par le chlorure de Baryum, filtrer, peser et doser la quantité d'acide sulfurique. Puis traiter ce précipité, mêlé avec une goutte d'huile, par le chalumeau à la flamme de réduction, introduire de nouveau dans un tube fermé par un bout, verser dessus quelques gouttes d'acide chlorhydrique, puis obturer par un petit morceau de papier à filtrer sur le centre duquel on ajoute une goutte de solution plombique. Outre la coloration en brun irisé de cette tache, il se dégagera une odeur nette et caractéristique qui permettra d'affirmer que le vinaigre était additionné à dessein d'acide sulfurique, et non pas de sulfates naturels que quelques auteurs disent y avoir trouvé en notable proportion.

Pour l'acide chlorhydrique, on peut se servir du même appareil, en remplaçant la solution potassée par celle d'azotate d'argent, et en essayant le dépôt par l'acide azotique en excès, puis par l'ammoniaque; ou encore de suite par l'action solaire qui colorera le précipité presque immédiatement.

Bien que l'acide azotique ait moins de chances d'être employé à cause de son prix élevé, on arriverait avec certitude à le reconnaître, en saturant le vinaigre par une suffisante quantité de potasse; mais il est, je crois, une modification assez avantageuse à faire, si la proportion azotique est très faible.

Au lieu de jeter sur les charbons ardents le mélange d'acé-

tate et de nitrate formé, pour observer les scintillations, on serait plus certain de réussir en abandonnant à l'air le sel préalablement desséché jusqu'à ce qu'il ait repris de l'humidité, puis en traitant par l'alcool à 40° ou 96°5 qui redissoudrait l'acétate et respecterait le nitrate.

Ce dernier, restant indissous et en partie cristallisé, serait desséché de nouveau; alors les scintillations, par suite de sa projection sur les charbons ardents, seraient bien nettes et caractéristiques.

L'examen microscopique d'une simple goutte de la solution ci-dessus mélangée, laissée à l'air et évaporée spontanément ou à une légère chaleur, fait aussi distinguer très nettement les longs prismes canaliculés qui constituent la forme cristalline du nitre.

Un degré de certitude de plus, ce serait de recourir encore aux divers modes de constater la présence des nitrates ou de l'acide nitrique par la morphine, la brucine, les protosels de fer, ou bien encore d'utiliser la réaction aussi élégante que ingénieuse de M. William Davy qui caractérise les *nitro-prussiates*.

Je crois devoir faire observer néanmoins que si l'essai direct d'un vinaigre contenant un pour cent d'acide nitrique, nous a donné facilement la réaction bleue que le chimiste anglais signale, cette coloration est peu marquée ou manque complètement avec un mélange au millième, ce qui tient sans aucun doute à la difficulté de pouvoir agir à 72° degrés exactement, ou encore à la durée du temps nécessaire à la conversion en *nitro-prussiates*.

ANALYSE

DES

TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ

RÉDIGÉE PAR LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL.

Séance du 28 novembre 1853. (Suite.)

ASTRONOMIE ET GÉODÉSIE. — *Moyen de s'affranchir des erreurs de graduation des cercles.* — M. Emm. Liais entretient la Société d'un instrument qu'il a fait construire et qui est destiné à la mesure des angles, avec une précision aussi grande que l'on veut, sans avoir à craindre aucune erreur de graduation, puisque, à la rigueur, on pourrait se passer de toute graduation. Malgré les progrès que l'on a faits dans l'art de graduer, les instruments les plus soignés renferment encore des erreurs de graduation très notables. Faire disparaître toute erreur autre que celle du pointage de la lunette est donc une question très importante. Le procédé que l'auteur emploie pour y parvenir, est une répétition d'un nouveau genre qui consiste à répéter l'angle obtenu sans répéter l'observation, de sorte qu'après avoir répété l'angle simple, on peut répéter l'angle multiple, puis le nouvel angle obtenu et ainsi de suite, en répétant

suivant les puissances d'un nombre ou les produits de plusieurs nombres. La répétition se fait alors avec une célérité extraordinaire, de sorte que l'on obtient pour le diviseur final un nombre tellement grand qu'une erreur considérable sur la mesure du dernier arc obtenu peut se réduire à une quantité insensible. Ce procédé peut servir pour la mesure de toute espèce d'angles, et l'auteur passe en revue les différentes dispositions que l'on peut employer suivant les divers cas où l'on a des angles à mesurer, mais l'instrument construit est destiné spécialement à la mesure des angles de hauteur. On peut y faire disparaître la collimation par l'application de la méthode de Bohnenberger. La lunette parfaitement indépendante se meut dans un plan vertical, et à cet effet, l'axe supporte un niveau et est équilibré. Un butoir permet toujours de retrouver facilement la position que la lunette avait au moment de l'observation, et un trait sur une lame de verre éclairée par derrière et portée par la lunette, permet de s'assurer si, en effet, elle a repris sa position, parcequ'alors ce trait doit paraître derrière les fils d'un très fort microscope, mobile sur la monture fixe de l'instrument et que l'on pointe sur ce trait immédiatement après l'observation, après quoi on l'assujettit fortement dans sa position. Le butoir supporte le poids de la lunette et annule la flexion. Enfin quelques dispositions sont prises pour que, malgré cet effet, la pression sur l'axe soit constante de manière à pouvoir être équilibrée. On reconnaît, de manière à pouvoir le corriger, le glissement qui pourrait s'opérer sous les vis de pression, au moyen d'un microscope que l'on peut assujettir en un point quelconque du cercle, et que l'on pointe sur le trait de la lame de verre fixée sur la lunette, lorsqu'on assujettit la lunette sur le cercle ou sur un trait semblable sur la monture de l'instrument lorsqu'on rend la lunette indépendante du cercle. L'instrument affran-

chi des erreurs de flexion des cercles répétiteurs ordinaires, a l'avantage de donner la mesure exacte des angles par une seule observation, abstraction faite des erreurs de pointage. Comme on peut aussi bien prendre une moyenne d'observations avec cet instrument qu'avec le cercle répétiteur, ce dernier cercle n'a aucun avantage de précision au point de vue de ces erreurs de pointage, mais il a l'inconvénient d'être très incommode, tandis que le nouvel instrument est d'un usage facile. La mesure des angles peut aussi se faire au besoin dans le sens azimutal avec l'instrument construit, de sorte qu'il remplace un théodolithe.

Séance du 12 décembre 1853.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Inflammation des mines par l'électricité.* — M. Th. du Moncel donne la description d'un perfectionnement important qu'il a apporté à l'appareil pour l'explosion des mines, qu'il a décrit dans la dernière séance. Par suite de ce perfectionnement, l'appareil peut fonctionner maintenant avec un seul élément de Daniell très faible, et c'est un immense avantage, puisque ces sortes de piles peuvent rester chargées près d'un mois sans se détériorer et sans que l'on ait à s'en occuper, surtout quand elles sont peu en activité, comme dans le cas actuel. Pour obtenir ce résultat, l'auteur fait agir l'électro-aimant sur une armature servant de détente à un ressort assez puissant pour faire partir une allumette chimique, avec les précautions indiquées dans la dernière séance pour assurer l'inflammation d'une traînée de poudre. L'auteur a tiré un grand parti de ce ressort pour mettre le feu à une série de mines consécutives. A cet effet, le courant passe par le ressort et l'armature, tant que le ressort reste tendu. Dès qu'il vient à se détendre, le courant se trouve rompu dans l'appareil qui vient d'agir, mais le ressort, en se détendant, atteint un butoir par lequel

passe aussitôt un courant qui va à l'appareil suivant, de telle sorte que le courant se transmet successivement dans toute la série des appareils.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Electro-moteur sans renversement des pôles, agissant par attraction et répulsion.* — M. Th. du Moncel communique la description d'un électro-moteur agissant par attraction et répulsion sans commutateur à renversement de pôles. Ce petit électro-moteur ou tourniquet magnétique, consiste en quatre barreaux aimantés formant une croix. Leurs pôles sont disposés de manière que les deux tiges composant la croix présentent le même pôle à leurs extrémités, les pôles de l'une des tiges étant inverses de ceux de l'autre. Ces barreaux tournent au-dessus d'un système formé de quatre petits électro-aimants droits verticaux, présentant chacun un pôle vers le plan de rotation des barreaux. Le courant circule dans le même sens dans ces électro-aimants, mais en passant par deux électro-aimants à la fois dans le sens diamétral, et alternativement dans le sens des deux diamètres. Ce passage alternatif est le résultat de la disposition de l'interrupteur, qu'il n'est pas possible d'expliquer sans figure.

BOTANIQUE. — *Sur le genre Spirulina.* — MM. Crouan frères, membres correspondants à Brest, adressent une note sur le genre *Spirulina*. (Cette note est imprimée, page 38.)

BOTANIQUE. — *Synonymie des Ulva lactuca et latissima.* — M. Gust. Thuret communique à la Société une note sur la synonymie des *Ulva lactuca* et *latissima*, suivie de quelques observations sur la tribu des Ulvacées, et d'une nouvelle délimitation des genres qui s'y rapportent et dont il propose un nouveau sous le nom de *Monostroma*. (Ce mémoire est imprimé, page 17.)

PHYSIQUE. — *Méthode pour déterminer la vitesse de transmission du rayonnement électrique.* — M. L. Fleury

entretient la Société de quelques considérations théoriques par lesquelles il doit diriger une expérience qu'il s'apprête à faire prochainement. Cette expérience est relative à la vitesse de transmission du rayonnement électrique qui détermine l'induction. Pour mesurer cette vitesse, l'auteur se propose de la comparer à celle de la lumière. Un courant inducteur forme deux hélices : l'une d'elles agit sur un corps transparent pour déterminer la rotation du plan de polarisation de la lumière qui doit le traverser; l'autre détermine dans une spirale un courant d'induction. Chaque interruption du courant inducteur produit dans le courant induit une étincelle dont la lumière, après avoir été polarisée, est renvoyée vers le corps transparent. Ces interruptions se reproduisant plusieurs fois par seconde, de manière à donner lieu à une sensation continue, on peut juger si la lumière des étincelles parvient avant ou après la rotation du plan de polarisation, et en modifiant le chemin parcouru par cette lumière, on peut arriver à connaître le rapport de sa vitesse et de celle du rayonnement électrique. Il faut faire varier plusieurs fois les longueurs des fils pour éliminer diverses autres influences au moyen d'équations de condition : et cette variation permettra d'obtenir, par la même expérience, la vitesse de transmission de l'électricité dans les fils employés.

Séance du 23 janvier 1854.

Botanique. — *Classification des Lichens.* — M. le Dr Nylander, membre correspondant de la Société à Stockholm, actuellement chargé par son gouvernement d'une mission scientifique en France, adresse un mémoire ayant pour titre : *Essai d'une nouvelle classification des Lichens.* (Ce mémoire est imprimé, page 3.)

Statistique. — La Société entend la lecture d'un rapport

de M. de Montrond sur un mémoire du chevalier Francesco del Giudice, couronné par l'Institut de Bologne, et intitulé : *Della Instituzione de' pompieri per grandi città e terre minori di qualumque stato,* ouvrage très complet, renfermant une étude approfondie de l'organisation des pompiers dans tous les états de l'Europe, et se terminant par un projet d'organisation fondé sur les résultats de cette étude.

ÉLECTRICITÉ. — *Attraction produite sur l'eau par l'étincelle électrique à distance.* — M. Du Moncel communique à la Société des détails sur un fait qu'il a observé en faisant des expériences avec la machine de Rumkorff, et qui consiste dans l'attraction exercée sur l'eau par l'étincelle échangée à distance. (Les détails de ce fait sont insérés dans le mémoire de l'auteur sur les éclairs, voy. p. 67.)

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Mise en mouvement par l'électricité des disques à signaux sur les chemins de fer.* — Les disques à signaux qui précèdent les stations sur les chemins de fer sont, comme l'on sait, actuellement mis en mouvement par deux bascules, reliées entre elles par des fils très résistants et qu'on fait mouvoir à l'aide d'un levier. Cette action est très difficile à réaliser quand la distance est considérable et surtout quand le chemin n'est pas parfaitement droit, et cependant il serait désirable pour la sûreté du service que l'éloignement de ces disques de la station fût plus grand qu'il ne l'est aujourd'hui. Par l'emploi de l'électricité, M. Th. du Moncel a indiqué le moyen d'obtenir cet important résultat, quoique, au premier abord, le problême semble insoluble de cette manière, eu égard à la difficulté de créer directement à une distance de 1 ou 2 kilomètres une force électrique capable de faire mouvoir ces disques. Mais l'auteur a parfaitement levé cette difficulté en décomposant l'action. Pour cela, il suffit de se servir de la pile de la station pour faire agir un relais, et d'employer ce relais à

fermer ou à interrompre le courant d'un gros élément de Bunsen placé près de l'axe du disque. Ce courant qui se trouve alors très court peut réagir sur un électro-aimant puissant ayant à sa portée une armature servant de détente à un levier sollicité par une action mécanique antagoniste qui pourra être très forte. Un électro-aimant placé près de l'axe du disque le maintient donc dans une position fixe par un butoir d'arrêt et un encliquetage fixé à son armature ; une corde enroulée à une certaine hauteur sur cet axe correspond par une poulie de renvoi à un poids considérable capable de faire tourner cet axe quand il est libre. Le butoir d'arrêt empêche le disque de se mouvoir quand l'électro-aimant est inactif ; au contraire quand le courant circule dans l'électro-aimant, le disque est libre de se mouvoir, mais le mouvement accompli alors par l'armature réagit sur un levier placé angulairement à 90° du côté opposé de l'axe du disque, de sorte que le butoir d'arrêt dont cet axe est muni, et qui est double, vient rencontrer ce levier et arrête le mouvement après que le disque a parcouru un quart de circonférence. Une nouvelle interruption du courant motive un nouveau mouvement de 90°, puis un nouvel arrêt et ainsi de suite. Pour obtenir le signal rouge, par exemple, il suffira de fermer une fois le courant, et pour obtenir le signal blanc de le fermer deux fois à deux reprises consécutives, car les deux autres positions du disque correspondent à chaque interruption du courant et ne donnent pas de signal visible.

Physique appliquée. — *Emploi de l'électricité pour la répétition des heures.* — M. du Moncel indique l'application que l'on peut faire de l'électricité pour obtenir à volonté la répétition dans les divers appartements d'une maison, de l'heure fournie par une bonne horloge, et il donne la description d'un petit appareil très simple au moyen duquel

l'heure n'est répétée que dans la pièce où se trouve la personne qui a désiré la connaître. Cette disposition ne peut toutefois être expliquée complètement sans figure.

MAGNÉTISME. — *Explication dans la théorie d'Ampère de divers phénomènes nouveaux du magnétisme, et modifications à faire à cette théorie pour qu'elle explique le diamagnétisme.* — M. Emm. Liais fait voir qu'il est facile de rendre compte dans la théorie d'Ampère de l'intensité du magnétisme développé dans un cylindre de fer introduit à l'intérieur d'une hélice, et au contraire de la faiblesse du magnétisme développé par l'hélice sur un cylindre creux de fer qui l'entoure, faiblesse qui est telle qu'on n'observe plus de magnétisme sensible quand l'hélice est d'un petit diamètre. En se rappelant donc que dans la théorie d'Ampère on considère le magnétisme comme produit par des courants existant autour de toutes les particules, courants disposés dans toutes les directions dans l'état naturel, et au contraire, tendant au parallélisme dans l'état magnétique, il est facile de voir, ainsi que M. Liais le démontre, que la force directrice sur un courant particulaire à l'intérieur de l'hélice est la même pour toutes les portions de chaque spire de l'hélice, tandis que, à l'extérieur, les forces de la partie la plus proche et de la plus éloignée de l'hélice sont opposées; la résultante n'est plus donc que la différence de ces forces qui devient d'autant plus petite que le diamètre de l'hélice est plus petit. L'auteur fait de plus remarquer que quand un cylindre de fer est introduit dans une hélice, les courants particulaires de la couche superficielle devenue magnétique sous l'influence de l'hélice, exercent sur la couche suivante une action opposée à celle de l'hélice, de sorte qu'à partir d'une certaine profondeur dans le cylindre de fer, l'action des couches superficielles paralyse celle de l'hélice, et il n'y a plus de magnétisme sensible;

c'est ce qui explique pourquoi un cylindre creux devient un aimant à peu près aussi puissant qu'un cylindre plein de mêmes dimensions. Toutefois, il résulte évidemment de cette explication que la limite de profondeur où le magnétisme cesse, est d'autant plus grande que le courant extérieur est plus fort; c'est ce qui explique, pourquoi, quand on fait des électro-aimants creux, il faut, ainsi que l'a reconnu M. du Moncel, donner au fer d'autant plus d'épaisseur que le courant extérieur est plus énergique. Il est très remarquable que cette théorie d'Ampère, qui rend si facilement compte des phénomènes magnétiques, semble diamétralement opposée à ceux du diamagnétisme. M. Liais fait toutefois remarquer que par une très légère addition à cette théorie, on lui ferait expliquer tous ces phénomènes qui lui semblent opposés. Il suffirait d'admettre pour cela que, suivant la nature des corps, les courants particulaires se transmettent tantôt plus, tantôt moins facilement du côté de la surface que du côté de l'intérieur du corps. Dans le premier cas, ce seraient les courants partiels particulaires de même sens que le courant extérieur, qui attirés par son influence vers la surface, deviendraient prédominants et le corps serait magnétique; dans le second cas, se seraient les courants particulaires inverses au courant extérieur qui, repoussés vers le sens des particules dirigé vers l'intérieur, l'emporteraient et le corps serait diamagnétique.

Botanique. — M. Bertrand-Lachênée fait connaître qu'il a trouvé aux falaises de Jobourg le *Squamaria crassa*, D. C. Aucune espèce de *Squamaria*, dit-il, n'avait encore été observée aux environs de Cherbourg. Ce sera donc un genre de plus à ajouter au catalogue des lichens de l'arrondissement.

Médecine légale. — *Constatation des empoisonnements par la strychnine.* — A l'occasion d'un réactif indi-

qué par M. William Davy comme caractéristique de la strychnine, M. Besnou fait ressortir que ce procédé ne peut conduire à une certitude absolue dans les cas de médecine légale. Il démontre que la coloration bleue que ce réactif, de même que le bichromate potassique et le peroxyde de plomb, produit avec la strychnine, n'est nullement caractéristique dans ces circonstances. En effet, l'auteur a trouvé dans la bile, dans l'urine, dans le liquide acide de l'estomac, un sulfocyanure alcalin qui donne avec ces divers réactifs une coloration analogue à celle de la strychnine. Bien plus, les préparations d'opium et de morphine jouissent de propriétés communes avec lui, ainsi que M. Besnou l'a établi dans un mémoire qu'il a adressé à l'Institut et qui est publié in extenso dans le journal de pharmacie du mois d'octobre 1852, tome 22, page 161. L'auteur insiste surtout sur la difficulté que l'on éprouve à constater ces alcaloïdes dans les urines des malades qui en consomment, et indique avec détails les précautions minutieuses qu'il faut prendre afin d'arriver à en établir l'existence avec certitude. Il signale particulièrement la présence du sel marin comme capable d'empêcher complètement la réaction sur les proportions infinitésimales avec lesquelles on est forcé d'opérer, et il indique l'emploi du sulfate d'argent, comme moyen de parer à ce grave inconvénient.

Chimie. — *Nouveau procédé pour reconnaître les faux en écriture.* — La constatation du blanchiment d'un papier public, de la surchage d'un acte ou d'une valeur commerciale, présente d'énormes difficultés, surtout quand ces pièces sont en papier très faible ou très usé soit par le frottement ordinaire, soit par un frottement opéré à dessein ; et dans ce cas, les nombreuses opérations de lavage qu'il faut faire subir pour les préparations préliminaires à la revivification de l'écriture au moyen du tannin, de l'acide gallique, du

cyanure jaune de potassium, peuvent altérer et même rendre nulles ces diverses pièces de conviction. Au moyen d'un procédé très simple, M. Besnou fait reparaître l'écriture en une couleur rouge orangé ou brun de sang, sans faire subir aucune préparation préliminaire. Il suffit d'exposer le papier servant d'obturateur, au-dessus du gaz qui se dégage lorsque l'on traite ce sulfocyanure potassique par l'acide chlorhydrique assez concentré. L'oxide de fer restant prend la belle couleur rouge sang qui caractérise les persels de fer. (Voir pour plus de détails le *Journal de Pharmacie*, tôme 22, page 161). Il en résulte donc d'un côté la constatation du délit, de l'autre, la conservation de la pièce de conviction. Cette curieuse expérience a été reproduite devant plusieurs membres de la Société.

CHIMIE. — *Essai des vinaigres.* — M. Besnou lit une note sur l'essai de la force acétimétrique des vinaigres et sur les moyens de reconnaître leur pureté. (Imprimé page 188.)

Séance du 13 février 1854.

ECONOMIE RURALE. — *Maladie de la vigne.* — M. A. Chatin, professeur à l'école de pharmacie de Paris, adresse à la Société un résumé des observations qu'il a faites sur la maladie de la vigne. (Cette note est imprimée page 33.)

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *De l'emploi de l'air chaud comme force motrice,* par M. Emm. Liais. (Ce mémoire est imprimé page 113.)

MÉTÉOROLOGIE. — *Aurores boréales.* — M. Emm. Liais présente, au nom de la section de physique, un rapport sur un mémoire de M. Petiton, intitulé : *Notice sur les aurores boréales.* Dans ce travail, qui résume des observations variées et précises, faites à Terre-Neuve et à Saint-Pierre et Miquelon, le rapporteur signale particulièrement à la Société une méthode employée par M. Petiton pour déterminer une

limite supérieure, de la hauteur d'une aurore boréale. Cette méthode qui consiste à calculer, en prenant le résultat pour cette limite supérieure, la hauteur à laquelle doit être une aurore boréale pour qu'elle puisse devenir visible à la fois sur deux points voisins, en l'un desquels elle a été observée, tandis qu'elle n'a pas été vue sur l'autre quoique le ciel y ait été examiné avec attention, se trouve affranchie complètement des erreurs de la méthode ordinaire des parallaxes, qui ne peut fournir aucune induction sur la hauteur des aurores boréales. On ignore, en effet, si, des deux points où l'on observait, l'on voyait bien le même arc, et si l'on visait au même point. D'ailleurs quand on a voulu employer la méthode des parallaxes, on visait à des points de perspective, ce qui faisait croire le siège des aurores à des élévations énormes. La méthode de M. Petiton lui a fourni des résultats bien différents et tout-à-fait conformes à ceux que le rapporteur a obtenus, par deux méthodes nouvelles, sur l'aurore boréale du 31 octobre dernier. Ainsi, on lit dans le mémoire de M. Petiton que l'élévation au-dessus du sol d'une aurore le 4 septembre 1839, était inférieure à 4,800 mètres. Une autre aurore observée le 10 octobre de la même année, était à moins de 20,000 mètres. A ces deux applications de la méthode de M. Petiton, M. Liais en ajoute, d'après ses observations, une 3e, qui vient encore confirmer les résultats précédents : le 19 février 1852, une aurore boréale paraissait sur l'horizon de Cherbourg, et formait un segment lumineux qui s'élevait à plus de 45° de hauteur. Quelques jours après, M. Liais apprit de M. Arago, au secrétariat de l'Institut, qu'aucune aurore boréale n'avait été vue ce jour-là à Paris. Le siège de cette aurore avait donc été à moins de 7,000 mètres au-dessus du sol. M. Petiton rapporte encore, dans sa notice, que le 12 octobre 1839, il a observé à l'île Saint-Pierre une nue lumineuse qui a caché de gros nuages noirs,

lesquels ont reparu quelques instants après, par suite de la disparition de cette nue. Il affirme de plus avoir entendu très nettement un bruissement pendant plusieurs aurores, et cite plusieurs faits qui sembleraient prouver qu'il existe certaines contrées où ce bruissement se fait souvent entendre, tandis que dans d'autres il ne se produit presque jamais. Enfin l'auteur termine son mémoire par l'exposé de diverses considérations destinées à prouver que l'aurore polaire est bien réellement un phénomène atmosphérique, et qu'elle est due à l'électricité.

Botanique. — M. Le Jolis présente quelques observations sur la synonymie de l'*Ectocarpus littoralis*, Auct., en ce qui concerne les espèces des côtes de Cherbourg. Il fait remarquer que l'*Ectocarpus firmus* figuré par M. G. Thuret dans ses *Recherches sur les Zoospores des Algues*, n'est pas la plante à laquelle M. J. Agardh a imposé ce nom, et en diffère essentiellement par sa fructification. Dans l'*Ect. firmus*, J. Ag. sp. p. 23. (*Ect. littoralis*, Harv. phyc. brit. tab. CXCVII, fig. 2 et 3 !), la réunion des sporanges forme, au milieu des rameaux, des renflements allongés, fusiformes, atténués aux deux extrémités, deux fois aussi larges que le filament, et striés transversalement comme dans l'*Ect. siliculosus*. Au contraire, la fructification de l'espèce figurée par M. Thuret (l. c. tab. 24, fig. 5—7 !), consiste en un léger renflement de quelques articles où la chromule se condense, mais qui restent à peu près aussi longs que larges, et ont ainsi un aspect toruleux et moniliforme. C'est cette dernière espèce qui est la plus commune sur nos côtes ; c'est également celle que MM. Crouan ont publiée dans leurs Algues marines du Finistère, sous le nom d'*Ect. firmus*. Cette espèce ne pouvant continuer à porter le nom d'*Ect. firmus*, qui doit être conservé à la plante de MM. Agardh et Harvey, M. Le Jolis lui donne le nom de l'auteur qui l'a

figurée le premier, et l'appelle *Ectocarpus Thuretii*. — M. Le Jolis fait ensuite remarquer qu'un autre *Ectocarpus*, que l'on rencontre en été formant de petites touffes arrondies sur le *Ozothallia vulgaris*, et qui est généralement connu des botanistes normands sous le nom de *Ect. compactus*, n'est ni l'*Ect. compactus*, Ag., ni l'*Ect. ferrugineus*, Lgb.; mais qu'il possède exactement la fructification de l'*Ect. littoralis*, Harv. tab. c., bien qu'il n'en ait pas le port et qu'il n'adhère nullement au papier. Cette espèce demande à être examinée de nouveau.

Botanique. — M. Bertrand-Lachênée présente à la Société deux mousses non encore signalées dans notre arrondissement, qu'il a recueillies à Bretteville; le *Grimmia rivularis*, Brid., sur des pierres baignées par le ruisseau du Pas-Vastel, et le *G. trichophylla*, Grev., sur les roches d'arkose de Brettefey.

Minéralogie. — *Sur un nouveau minerai de mercure.* (*Sublimé corrosif natif*), par M. Besnou. (Imprimé page 41.)

Chimie. — *Des divers modes d'essai des quinquinas destinés à la fabrication du sulfate de quinine*, par M. Besnou. (Imp. page 44.)

Séance du 13 mars 1854.

Météorologie. — *Théorie des éclairs*, par M. Th. du Moncel. Ce mémoire est imprimé page 49.

Electricité. — M. du Moncel, dans une note présentée par lui à l'Institut le mois dernier, sur les réactions des courants d'induction à travers les lames isolantes, avait signalé, entr'autres faits curieux, qu'une lame métallique interposée entre deux lames isolantes revêtues extérieurement d'armures métalliques, se chargeait suffisamment *par influence* pour produire étincelle à distance avec un conducteur isolé du circuit induit. De nouvelles expériences lui ont prouvé que

la charge de cette lame était infiniment plus grande lorsqu'un seul des pôles du circuit induit était en communication avec l'une des armures extérieures; l'étincelle alors provoquée était même plus forte que celle qui aurait été excitée directement de la part de ce pôle du circuit. Cet effet assez curieux est la conséquenee de l'accumulation de charge qui a lieu dans ce dernier cas et qui n'a pas lieu dans l'autre, puisqu'alors deux charges contraires se développent en même temps dans le même conducteur. C'est là sans doute l'explication de la danse de la limaille métallique mentionnée par M. du Moncel dans la même note à l'Institut, et qui ne pouvait être expliquée de la même manière que la danse des pantins dans les expériences de l'électricité statique.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — M. du Moncel envoie la description d'un appareil électrique au moyen duquel deux convois se succédant trop près sur une ligne de chemin de fer, ou venant à l'encontre l'un de l'autre, peuvent être avertis du danger qu'ils courent. Cet appareil est une combinaison des moniteurs électriques qu'il a décrits dans son *Traité des applications de l'électricité,* avec son système de disques électriques à signaux, dont il a présenté la description dans l'avant-dernière séance. Sous l'influence des moniteurs électriques, deux aiguilles isolées métalliquement l'une de l'autre et en rapport avec deux convois consécutifs, avancent sur un cadran proportionnellement à la vitesse de ces convois. Or, quand ceux-ci se trouvent trop rapprochés, et par conséquent quand les aiguilles ne sont éloignées l'une de l'autre que d'une division représentant par exemple un kilomètre, un butoir que la 2e aiguille porte, rencontre la première et ferme le courant dans le système des disques à signaux. Alors le signal d'alarme apparaît, et les chauffeurs sont prévenus du danger qu'ils courent.

DE L'ACTION DES PATES PHOSPHORIQUES SUR L'ORGANISME,

ET RECHERCHES POUR ARRIVER A CONSTATER L'INTOXICATION,

Par M. BESNOU.

Depuis quelques années seulement que l'on se sert de pâtes phosphorées pour empoisonner les animaux nuisibles ou pour fabriquer des allumettes chimiques, déjà la presse a enregistré diverses tentatives d'empoisonnement par ces agents. Quelques catastrophes ont même eu lieu ; mais la toxicologie s'est montrée dans la plupart des circonstances à la hauteur de sa mission, et il a été possible de venir affirmer l'intoxication devant les tribunaux en produisant le phosphore lui-même sous les yeux du jury. Cette constatation de la présence du phosphore dans la pâte phosphorée pour les rats est déjà une tâche assez difficile, mais elle devient bien autrement épineuse dans quelques cas qui, de prime abord, pourraient sembler presque identiques. Je veux parler de l'ingestion par suicide, ou par crime, de la composition phosphorique aux chlorate ou nitrate potassiques qui sert à revêtir l'extrémité des allumettes explosives ou dites à friction.

En 1849 au mois d'août, j'eus occasion de rechercher la cause de la mort d'un insurgé à bord d'un des pontons en rade de Brest. Cet homme avait succombé sans se plaindre et sans que l'on se fût douté de sa maladie. Il était d'une bonne constitution et semblait jouir d'une santé parfaite.

Quelques jours plus tard un singe de l'amphithéâtre à l'école de médecine navale mourut également empoisonné.

Enfin j'essayai sur un chat l'action directe de la pâte d'allumettes chimiques.

C'est du résultat de ces investigations que je viens entretenir aujourd'hui la Société des Sciences Naturelles de Cherbourg. Tous les médecins et toxicologistes apprécieront, j'en ai l'espoir, les motifs qui m'ont fait garder le silence jusqu'à ce jour. Je n'y eusse pas fait défaut, si une note insérée dans les annales d'hygiène (janvier 1854, page 215), ne me faisait un devoir de publier les faits à ma connaissance. Mais je crois devoir le faire avec réserve et prudence, afin d'éveiller le moins possible l'attention des hommes pervers et de concentrer dans le domaine de la science seule la connaissance de faits dont la propagation pourrait peut-être entraîner aux conséquences les plus graves.

Il est vrai qu'un corps savant tel que l'académie de médecine pourrait demander au gouvernement sinon la prohibition absolue d'un objet devenu de nécessité journalière, du moins lui proposer qu'un mode unique de fabrication fût employé, en indiquant de suite une addition, dans la composition de la pâte, d'une substance qui permît au toxicologiste d'affirmer et de démontrer matériellement l'intoxication par suite de la présence simultanée de ce corps avec l'agent toxique de la pâte.

C'est ainsi que l'on pourrait exiger que dans la pâte on ajoutât un corps autant que possible inerte ou facile à reconnaître chimiquement ou l'un des poisons les mieux caracté-

risés pour leur mode d'action ou par leurs propriétés chimiques.

Dans le 1er cas, j'indiquerais comme substance dure et colorante le safre ou verre coloré obtenu par le cobalt, le chromate de fer, l'oxyde de chrôme vert, dont la recherche par la calcination serait très facile.

Parmi les poisons faciles à déceler, l'arsénite de cuivre, le minium, le vert-de-gris. Je serais moins d'avis d'employer les deux derniers parceque quelques toxicologistes distingués admettent le plomb et le cuivre comme pouvant faire partie de l'organisme. Cependant, malgré le respect que je professe pour leurs travaux, je dois déclarer que jusqu'à ce jour dans un assez grand nombre d'expertises qui m'ont été confiées, je n'ai jamais eu occasion de retrouver dans le tube digestif en entier, soit après le traitement par le chlore, soit par l'eau régale ou l'acide sulfurique, aucune trace de ces deux métaux. Je dois ajouter que j'ai toujours la précaution de n'employer que de l'eau distillée à la cornue de verre. Je n'ai jamais obtenu par l'alambic d'eau distillée qui ne contînt des traces de plomb, facilement dénotées par le courant d'acide sulfhydrique bien lavé, obtenu par le sulfure de fer artificiel. J'ai même reconnu que cette proportion de plomb a pu atteindre 3 dix-millièmes de gramme par litre. J'ai aussi le soin de préparer moi-même mes réactifs, mes acides, et de ne me servir que de vases en porcelaine neufs.

SOUPCON D'EMPOISONNEMENT PAR LES ALLUMETTES EXPLOSIVES.

Au mois d'août 1849, un insurgé mis sur l'un des pontons en rade de Brest est porté à l'amphithéâtre de l'école de médecine navale. Il est mort sans cause connue, sans que l'on se soit aperçu de sa maladie.

L'autopsie en est faite avec le plus grand soin. Elle ne

donne lieu à aucune observation spéciale importante; l'on est, au contraire, étonné de l'état normal des divers organes et plus notamment encore de celui du tube digestif entier depuis l'œsophage au rectum.

L'on ne sait s'il y a eu des vomissements, des selles.

Tube digestif. — Le tube digestif est remis à notre laboratoire. Examiné avec le plus grand soin, il ne présente dans tout son parcours aucune lésion, rien enfin qui puisse faire soupçonner un empoisonnement par les substances minérales, acres, acides ou caustiques. L'*estomac* contient seulement une petite quantité d'un liquide brunâtre, de consistance ordinaire, peu acide; lavé avec soin, cet organe n'offre à la loupe rien de particulier à observer.

Le liquide, étendu d'un peu d'eau distillée à la cornue de verre, laisse déposer une certaine quantité de sable fin, gris et blanc, très rude, anguleux, semblant formé de quartz ou de verre pilé, sans paillettes micacées, ou talqueuses, sans traces de carbonate calcaire si commun dans nos sables de mer ou tangues. Ce sable ressemble enfin, s'il n'est identique, à celui que l'on trouve sur les papiers dits à dérouiller et à celui qui est à la page inférieure des boites d'allumettes chimiques pour en opérer la friction.

L'estomac est mis à bouillir; le liquide de cette décoction est filtré, il est légèrement acide; il est évaporé à siccité, puis traité par l'acide sulfurique concentré pour le charbonner; une partie de la liqueur filtrée mise dans un appareil de Marsh ne donne aucune trace d'arsénic.

Une autre partie traitée par l'eau régale jusqu'à décomposition totale, reprise par un peu d'acide, filtrée, et soumise à un courant d'acide sulfhydrique obtenu par le sulfure de fer artificiel, ne donne au bout de 24 heures aucun précipité noir, jaune, brun, etc.; d'où il n'existe ni plomb, ni cuivre, ni étain, ni antimoine, ni mercure, ni argent.

L'affusion de l'ammoniaque donne lieu de suite à un dépôt noir abondant de sulfure de fer.

L'estomac et les produits coagulés, restés sur les filtres, sont de nouveau mis à bouillir, puis traités par un courant de chlore, puis enfin charbonnés à l'acide chlorhydrique. Le résidu charbonneux repris par l'eau distillée, filtré et encore traité par l'acide sulfhydrique ne donne aucun dépôt ; la liqueur reste parfaitement limpide et transparente; d'où encore absence de métaux réputés toxiques.

Sable. — Le sable isolé avec soin est examiné à la loupe et au microscope. Il offre les caractères déjà signalés et ne laisse apercevoir rien qui simule le phosphore divisé.

Desséché au papier joseph, il n'exhale au contact de l'air aucune odeur alliacée, ne produit aucun nuage phosphorique, n'est nullement lumineux dans l'obscurité. Il ne scintille nullement par la chaleur; l'éther sulfurique ne dissout rien.

Il n'existe donc pas de phosphore libre. Il devient alors inutile de songer à isoler ce métalloïde par compression et à le réunir en globule.

Examen du liquide provenant du lavage à froid. — Porté à l'ébullition pour coaguler l'albumine et aussi réunir le phosphore en un seul globule, si cela est possible, ce liquide mis à refroidir ne donne aucun dépôt qui indique la présence du phosphore, par des globules de ce corps simple.

Desséché au papier joseph, le dépôt mis sur une spatule légèrement chauffée ne donne aucune scintillation; le traitement par l'éther devient donc inutile, d'autant plus qu'il ne m'a pas semblé suffisamment caractéristique ou important dans une recherche d'empoisonnement par la pâte phosphorée de Roth.

Le liquide passé au blanchet est soumis à un courant de

chlore bien lavé, puis filtré, évaporé à siccité, calciné à l'acide azotique pur ; la déflagration s'opère vivement, bien que le feu semble modéré.

Repris par l'eau, filtré, il donne une liqueur incolore, qui offre les réactions qui suivent :

Acide sulfhydrique. *Alcool à 40°.* *Solution de potasse caustique.* *Ammoniaque liquide.* *Azotate d'urane.*	Rien.

Azotate argentique. — Précipité blanc jaunâtre, peu caillebotté, se foncant à l'air, sans devenir violet comme le chlorure, mais devenant olivâtre.

Acétate de plomb cristallisé. — Précipité blanc abondant, très lourd, donnant au chalumeau d'abord un peu de plomb métallique, puis des vapeurs acides de chlorure de plomb, enfin un globule à facettes bien nettes de phosphate plombique.

Protonitrate de mercure. — Précipité blanc assez abondant.

Chlorure barytique. — Précipité blanc, assez abondant, en grande partie soluble dans l'acide azotique; puis par filtration de ce liquide, précipité nouveau par l'affusion de l'ammoniaque en excès.

Chlorure calcique. — Mêmes phénomènes exactement.

Acide perchlorique et alcool. — Précipité blanc, grenu, peu considérable.

Examen du précipité d'argent. — Il est bon d'insister sur ce que le précipité blanc jaunâtre obtenu avec l'azotate d'argent était divisé et non caillebotté, soluble pour la plus grande partie dans l'acide azotique. Séparée de ce dépôt dans l'eau acidulée par l'acide azotique, dépôt qui est soluble dans l'ammoniaque (chlorure d'argent), la liqueur saturée avec

précaution par l'ammoniaque donne alors un précipité assez abondant, d'un beau jaune, en tout analogue à celui que fournit le phosphate sodique mis en comparaison.

Evidemment, il y a de l'acide phosphorique libre ou un phosphate acide soluble de potasse ou de soude, puisque la potasse et l'ammoniaque eussent précipité le phosphate acide de chaux ou de magnésie.

L'acidité première de la liqueur exclut l'idée d'un phosphate neutre; il serait donc possible et probable qu'elle fût due à l'acide phosphorique libre.

Examen du dépôt par le chlorure barytique ammoniacal. — Ce dépôt a été repris par l'acide azotique pur, qui a laissé indissous un peu de sulfate barytique, qui, réduit au chalumeau, à l'état de sulfure, a dégagé par un acide une odeur hydrosulfurée et maculé en brun le papier d'acétate de plomb, servant d'obturateur à un petit tube en verre fermé.

La liqueur acide, filtrée, saturée de nouveau par l'ammoniaque, a reproduit le phosphate barytique.

D'où ce précipité est formé de sulfate et de phosphate barytique, ce dernier en grande proportion.

Le précipité de chaux analogue examiné avec le même soin est venu confirmer la présence de l'acide phosphorique.

Précipité obtenu par l'azotate de mercure. — Traité par un peu de soude, la liqueur filtrée a donné lieu à la constatation d'un phosphate que ne dissolvait pas une acidulation assez forte du liquide.

Enfin une autre portion du liquide de l'estomac a été mêlée avec celui de l'intestin, puis bouillie avec de l'eau distillée, puis traitée par le chlore (sans calcination avec l'acide azotique); la liqueur filtrée est ambrée, franchement acide; évaporée au bain marie, reprise par l'alcool à 40° pour isoler toute la matière animale et les sels insolubles, enfin étendue d'eau, elle donne les réactions suivantes :

Alcool à 40°. — Rien.

Chlorure de calcium. — Précipité blanc, plus abondant quand on ajoute de l'ammoniaque.

Chlorure de baryum. — Mêmes observations.

Azotate de mercure. — Précipité blanc, assez abondant.

Acétate de plomb cristallisé. — Précipité blanc très abondant, ce que ne semble pas expliquer suffisamment la quantité de chlorure, de sulfate et de phosphate, déjà dénotées par les autres réactifs.

Examen du précipité blanc plombique. — Au chalumeau, ce précipité donne immédiatement à la flamme de réduction, du plomb métallique; puis il se dégage des vapeurs blanches, acides, (chlorure); enfin apparaît au bout de dix minutes un globule à facettes bien nettes, larges, considérable eu égard à la quantité de précipité employée; une autre portion de ce précipité bien lavé, traitée par l'acide sulfurique concentré ne donne lieu à aucune effervescence; elle prend une couleur jaune pâle et il se dégage une odeur comme chlorée ou nitreuse, fort légère, puis par la suite un peu piquante d'acide chlorhydrique, quoique assez peu considérable pour que, par l'ammoniaque en expansion, il ne se forme pas de nuage sensible.

Le liquide qui par le repos vient surnager prend une belle teinte jaune.

Une troisième portion du précipité, soumise dans un tube de verre fermé par un bout à l'action d'une chaleur rouge, dégage quelques vapeurs acides, mais il ne scintille pas. (Resterait-il encore de l'acétate?)

Lavé alors avec le plus grand soin, ce précipité bien sec, donne sur les charbons ardents quelques scintillations qui se reproduisent également avec le soufre enflammé. Mais après avoir fusé sur les charbons, on voit bientôt apparaître des vapeurs blanches, fortement acides, qui ne rappellent en rien

l'acide acétique. Est-ce de l'acide chlorhydrique? l'essai au chalumeau tend à le faire penser.

Le papier sur lequel a été recueilli et lavé le dépôt, et qui en a retenu dans ses mailles surtout, lavé avec soin pour enlever tout l'acétate, séché et enflammé, puis éteint, continue à brûler avec scintillation. Ce phénomène se produit, il est vrai, avec l'acétate de plomb, mais je viens de faire observer que celui-ci a été parfaitement enlevé.

Revenant encore à la liqueur de lavage de l'estomac, une autre portion traitée comme dessus par le chlore, précipitée ensuite par l'azotate d'argent, a été filtrée. Evaporée à siccité, charbonnée en partie, reprise par l'eau distillée, elle a donné une liqueur brunâtre qui a précipité abondamment par l'azotate d'argent nouvellement ajouté. Ce précipité a été inattaqué par l'acide azotique; ce ne pouvait donc être du phosphate, mais bien du chlorure.

D'où vient donc ce chlorure relativement en proportion très notable, dans un liquide où il ne semblait pas exister avant la décomposition au feu.

Cette analyse coïncidant avec les scintillations que j'ai signalées, avec l'odeur chlorée ou nitreuse, avec la coloration jaune que communique l'acide sulfurique au précipité par l'acétate de plomb, le précipité, assez notable relativement, fourni par le protonitrate de mercure, laisserait, ce me semble, supposer la présence d'un composé chloré oxigéné, tel qu'un chlorate.

Intestin grêle. — Cet organe n'offre rien de spécial à observer : il est sans rougeur aucune; il est couvert d'une matière brunâtre, comme muqueuse, analogue à de la marmelade de cérises.

L'eau de lavage est acide; soumise à l'ébullition pour coaguler l'albumine, reprise par l'alcool à 40° pour isoler la matière animale, au lieu de la précipiter par le chlore,

cette liqueur précipite abondamment par l'azotate argentique, en un jaune franc, qui devient olivâtre par l'action solaire; après m'être assuré d'un excès d'azotate d'argent dans la liqueur, le précipité recueilli sur un filtre, bien lavé, repris par l'acide azotique faible, donne un liquide incolore qui, par l'ammoniaque ajoutée avec précaution, reproduit le précipité jaune, surtout quand on ajoute de l'acide azotique. Cet acide, par l'augmentation de la précipitation qu'il détermine, semble dénoter que l'ammoniaque en léger excès formerait un sel double soluble. J'ai dû vérifier ce fait avec le phosphate sodique, et l'expérience est venue donner satisfaction à cette induction.

Ici, je n'ai pu dénoter d'une manière suffisamment nette les réactions qui me feraient croire à la présence d'un chlorate. Cependant je crois devoir signaler, comme m'ayant frappé, la remarque que j'ai faite de l'absence presque complète de chlorure et de sulfate, tandis que l'acide perchlorique, et le chlorure platinique lui-même, m'ont accusé nettement une certaine quantité de sel potassique, très notable, eu égard aux deux genres de sels ci-dessus signalés.

Les résidus des diverses calcinations de toutes les liqueurs ci-dessus de l'estomac et de l'intestin, traitées par l'acide sulfurique ou azotique, ont donné lieu à la même remarque. Dans le traitement par l'acide sulfurique concentré, ce résidu repris par un peu d'eau distillée chaude, additionnée d'alcool à 40°, en très grand excès, a suffi pour donner aussi un dépôt grenu, en cristaux très durs que l'analyse et l'examen microscopique m'ont démontré être du sulfate de potasse.

Reste donc indécise la question de savoir si c'est bien réellement un nitrate ou un chlorate qui se trouvait dissous dans la liqueur phosphorifère, question bien difficile pour

ne pas dire impossible à résoudre dans l'espèce, puisque partout j'ai employé l'azotate d'argent.

Le protonitrate de mercure semblerait devoir faire pencher pour le chlorate; mais ce caractère de l'acide chlorique me semble presque négatif pour les chlorates dans les solutions très étendues surtout. En effet, j'ai remarqué que si l'acide chlorique précipite comme si c'était de l'acide chlorhydrique ou un chlorure, par le protoazotate de mercure, la solution de chlorate pur étendue ne donne plus lieu à un précipité aussi insoluble, et même il peut ne pas y avoir de précipitation avec des doses bien plus élevées que celles qui pourraient exister dans la circonstance actuelle, si on n'avait le soin de concentrer énormément les liqueurs.

En résumé, bien évidemment, il existe de l'acide phosphorique à l'état de liberté ou de sel acide soluble de soude ou de potasse dans les eaux acides de l'estomac et de l'intestin grêle de l'insurgé.

Y est-il normal ou accidentel? c'est ce ne que nous ne permettent pas de trancher les travaux publiés jusqu'à ce jour. Pour le vérifier, j'ai pris un estomac humain, plein d'aliments; je l'ai laissé macérer 2 mois; après avoir séparé les matières au bout de ce temps, le liquide que j'en ai retiré était fortement acide.

Coagulé, filtré, passé au courant de chlore, évaporé avec précaution, il est resté très acide, sans odeur de vinaigre. Repris par l'alcool pour précipiter toute la matière organique, laisser indissous les sels insolubles dans ce menstrue et les séparer des phosphates acides et de l'acide libre qui y sont solubles, ce liquide traité par l'azotate d'argent a donné un précipité blanc, cailleboté, nullement jaune, se déposant avec promptitude et devenant de suite violet à l'action solaire.

La liqueur acidulée par l'acide azotique, séparée du dépôt

par le filtre, puis neutralisée par l'ammoniaque, ne m'a pas donné le précipité jaune qui atteste la présence de l'acide phosphorique.

L'excès d'ammoniaque n'a non plus donné lieu à aucun dépôt de phosphate insoluble de chaux ou de magnésie, mais seulement à un précipité que l'exposition à l'air a bruni et coloré comme de l'oxyde ferrique.

C'était donc du chlorure, sans traces apparentes de phosphate soluble ou d'acide phosphorique.

D'où enfin, dans le cas dont il s'agit, il me semblerait permis de penser que

1° L'acide phosphorique, soit libre, soit à l'état de sel acide de potasse ou de soude soluble, existe en proportion anormale dans les liquides de l'estomac et de l'intestin de l'insurgé.

2° Il existe des sels de potasse en proportion notable dans ces mêmes liquides, tandis qu'en général ce sont les sels de soude qui prédominent dans l'organisme.

3° Certaines réactions semblent indiquer un chlorate.

4° Le sable déposé par décantation est d'aspect analogue à celui qui sert à préparer les papiers à dérouiller employés pour garnir les boîtes d'allumettes chimiques et opérer la friction; il n'est nullement calcaire comme nos tangues ou sables de mer. Il n'est point argileux comme s'il provenait de terre ordinaire.

5° S'il est imposible d'affirmer que du phosphore a été introduit libre de toute combinaison, la présence de l'acide phosphorique qui semble se trouver libre en même temps que le sable, les sels de potasse, l'acide chlorique, pourraient faire croire qu'il y a eu absorption des éléments essentiellement constitutifs de la pâte qui sert à faire les allumettes explosives.

Nota. Le traitement des deux liquides de l'estomac et des

intestins par l'éther sulfurique indiqué par la plupart des ouvrages spéciaux a dû être négligé. En effet, l'expérience m'a appris, dans un cas d'intoxication par la pâte phosphorée pour les rats, combien ce menstrue dissout mal le phosphore. Il se trouverait dans le cas actuel accompagné d'une assez grande proportion de matière grasse qui, par l'affusion de l'eau, eût blanchi ce liquide et eût pu induire en erreur, et à plus forte raison, il eût été difficile d'en rien inférer.

D'un autre côté, l'insuccès dans la recherche du phosphore divisé dans le dépôt arénacé qui eût dû le retenir en plus grande partie, rendait, à mon avis, l'échec certain, et en toxicologie il faut éviter les tâtonnements. L'on manque presque toujours de la quantité suffisante d'éléments de conviction, surtout dans les cas où le poison n'est pas connu, comme dans celui-ci. C'était évidemment dans le dépôt arénacé qu'eussent pu exister et se retrouver les parcelles de phosphore divisé, si elles n'avaient pas été absorbées directement par les muqueuses ou si elles n'avaient pas éprouvé la combustion lente de l'air.

L'absence des scintillations de gaz hydrogène perphosphoré que donne l'acide hypophosphorique, quand, en solution assez concentrée, il est porté à l'ébullition, ayant été complète, les caractères qu'il donne avec les métaux de la dernière section sont tellement peu concluants qu'il devenait inutile de songer à les employer. Du reste, l'azotate d'argent qui est le plus probant, n'a donné lieu à aucun phénomène spécial qui indiquât sa réduction immédiate ou prochaine. Si par contraire ces deux caractères s'étaient manifestés, surtout les scintillations, il y aurait eu d'autant plus à les noter qu'ils devenaient caractéristiques de la combustion lente du phosphore à l'air, et alors, au lieu de laisser supposer l'ingestion de l'acide en nature, ils eussent donné une grande probabilité à l'ingestion du phos-

phore libre de toute combinaison; et il eût été possible d'expliquer par ce moyen l'absorption d'un excès de phosphore, si l'examen n'avait pas été trop tardivement fait après la mort. Ces considérations auraient dirigé mes recherches vers la constatation de l'acide phosphatique, recherches qui devenaient forcément stériles dans l'espèce, puisque ces deux caractères, surtout les scintillations, sont restés complètement muets.

SINGE DE L'AMPHITHÉATRE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE NAVALE DE BREST.

Cet animal a succombé du soir au lendemain sans donner signe de maladie, quelques jours après l'examen chimique du tube digestif de l'insurgé. On ne se doutait nullement de de la cause de la mort de ce singe et à plus forte raison du genre d'intoxication. Aussi l'autopsie n'a été faite que dix jours après et c'est par suite de l'absence à peu près complète de phénomènes pouvant l'expliquer, que l'examen m'en a été demandé.

Organes sains : cerveau, cœur, foie, etc.

L'estomac contient très peu d'une bouillie brunâtre. Le cul de sac de l'extrémité splénique est rouge.

Enlevée par le lavage, la pulpe brunâtre donne un liquide rougeâtre légèrement alcalin. Est-ce par suite du temps écoulé depuis la mort, qui aurait amené la putréfaction ammoniacale?

Par décantation, on isole un petit dépôt de sable fin, brillant, non micacé, anguleux, qui, desséché au papier joseph, ne donne aucun nuage à l'air, aucune lueur phosphorique dans l'obscurité, ni aucunes scintillations lorsqu'on le met sur un morceau de porcelaine modérément chauffée. Il ne se manifeste aucune odeur alliacée.

Le liquide n'a non plus aucune odeur alliacée, il n'est point

phosphorescent; chauffé pour coaguler l'albumine, traité par un courant de chlore, puis bouilli pour chasser l'excès du chlore, enfin, essayé aux réactifs suivants, il donne avec

Azotate argentique. — Précipité très abondant, blanc, caillebоté, sans teinte jaunâtre bien prononcée, soluble en totalité dans l'ammoniaque. Ce précipité, repris par l'acide azotique en excès, puis filtré, concentré, donne par l'affusion de l'ammoniaque un précipité jaune soluble dans un excès d'acide azotique. Un grand excès d'ammoniaque fait encore disparaître le précipité jaune qu'elle fournit d'abord, pour ne laisser enfin qu'un léger nuage jaune-brun d'oxide ferrique se formant à l'air.

Chlorure de baryum ammoniacal. — Précipité léger, soluble dans l'acide azotique. Le chlorure de baryum seul ne précipite pas à cause de l'acidité de la liqueur.

Chlorure de calcium ammoniacal. — Mêmes observations.

Acétate plombique neutre. — Précipité blanc qui donne au chalumeau le globule à facettes.

Chlorure platinique et alcool. — Rien de bien sensible.

Acide perchlorique et alcool. — Dépôt grenu, blanc, assez notable. Le reste de la liqueur brune du filtre, évaporée à siccité, laisse un résidu qui, essayé sur les charbons ardents, fuse et scintille.

Acide sulfurique et morphine.—Couleur rouge orangée.

Acide sulfurique et or de Manheim. — Couleur violette d'abord, odeur de gaz nitreux assez notable.

Un essai comparatif de ces réactions, répété de suite, fournit les caractères qui suivent :

Chlorate de potasse, acide sulfurique et morphine. — Déflagre, mais ne se colore pas en rouge orangé.

Azotate de potasse, acide sulfurique et morphine. — Couleur rouge orange.

Azotate de potasse, acide sulfurique et or de Manheim.
— Couleur violette d'abord, odeur nitreuse.
Chlorate de potasse, acide sulfurique et or de Manheim.
— Couleur verte.

De ces essais, l'on peut donc induire, ce me semble :

1° La présence de l'acide phosphorique à l'état de sel soluble, puisque le liquide était neutre ;

2° La présence de la potasse et de l'acide azotique (azotate de potasse) ;

3° Celle d'un sable analogue à celui des boîtes d'allumettes chimiques.

Les intestins donnent lieu aux mêmes observations. Toutefois, et cela me semble très remarquable, il y a dans cet organe absence presque complète de chlorures et de sulfates, comme dans l'insurgé.

Nota. — Deux jours après, l'examen des allumettes chimiques rongées qui s'étaient trouvées à la portée du singe, a fait voir qu'elles étaient inexplosives et faites au nitre.

ESSAI DIRECT SUR UN CHAT.

Pour élucider les deux recherches qui précèdent, le 19 septembre j'administrai à un chat, dans du lait, la pâte d'une vingtaine d'allumettes explosives. Cet animal n'a pas absorbé plus du quart de la dose. Il n'a succombé qu'au bout de 48 heures. Pendant ces deux jours, il avait l'air anxieux, ne se plaignait pas. Ses yeux étaient brillants. Il a vomi à deux reprises, a eu quelques convulsions le second jour. *Il n'a pas eu d'évacuations alvines.*

L'autopsie n'offre rien de spécial, si ce n'est l'absence de caractères indiquant une intoxication.

Le cœur, les poumons, les reins, le foie, la rate sont sains; rien à la bouche ni à l'œsophage.

L'estomac est parfaitement normal, sans rougeur aucune. Il ne contient qu'une très faible quantité d'un liquide jaune comme de la bile, écumeux.

L'intestin grêle est rose pâle, et contient une matière pulpeuse, brun jaunâtre, en couche assez mince, uniformément répandue, très peu abondante; pas d'ulcérations, pas de rougeur.

Le gros intestin est rempli d'une matière fécale, solide, n'offrant rien de spécial; il est également dans un état normal, sans rougeur, ni ulcérations.

Aucune odeur alliacée n'entache ces produits; aucune trace de phosphorence dans l'obscurité ne se manifeste; aucune scintillation phosphorique avec ces matières desséchées avec précaution, lorsqu'on les projette sur une plaque chaude.

Examen de l'estomac. — Cet organe est lavé avec soin, et l'eau de lavage réunie au peu de liquide qu'il contenait. Ce liquide *est légèrement acide;* coagulé, puis filtré à l'étamine, passé au chlore, il donne par la filtration au papier une liqueur ambrée qui précipite, après sa concentration, assez abondamment par l'azotate argentique ammoniacal en jaune pâle; le dépôt est soluble dans l'acide azotique en partie seulement; il donne alors par cette séparation, au moyen d'une affusion ammoniacale faite avec précaution, un beau précipité jaune franc de phosphate.

L'acétate plombique neutre donne un précipité blanc, abondant encore à cause des chlorures. Lavé avec soin, séché, il donne au chalumeau du plomb d'abord, des vapeurs blanches acides (chlorure de plomb), et enfin un globule à facettes bien caractérisées.

La présence d'une grande quantité de chlorure nous gênait pour pouvoir retrouver le chlorate dont la proportion était très minime. Cependant le précipité bien lavé, traité par

l'acide azotique, a semblé donner une coloration jaunâtre et une odeur comme chlorée.

L'essai des liqueurs par l'alcool, le nitrate de mercure, l'acide perchlorique n'ont donné rien de précis.

Liquide de l'intestin. — Il est à peine acide. Soumis aux essais qui précèdent, il vient les confirmer.

Décoction de l'estomac et de l'intestin. — Elle est fortement acide. Soumise au courant de chlore et essayée après filtration, elle donne par l'azotate d'argent le précipité jaune, et par l'acétate de plomb, un précipité blanc bien caractéristique de phosphate par le globule à facettes.

Foie, poumon, rate, reins. — Ces divers organes, par la décoction, donnent un liquide assez notablement acide. Après le traitement au chlore, on trouve encore les caractères de l'acide phosphorique par les sels d'argent et de plomb.

Enfin, une deuxième décoction très longtemps prolongée de l'estomac et de l'intestin, a été décomposée par l'acide azotique. Sous l'influence d'une chaleur élevée, elle a donné quelques étincelles vives qui menaçaient d'attaquer le vase de platine dans lequel s'opérait la décomposition. Il devait donc y avoir là un phosphate acide de chaux ou de soude, etc. (car l'acide phosphorique libre n'est point réduit par le charbon; il ne donne de phosphore qu'autant qu'il est en partie combiné et que sa volatilisation est arrêtée par une base alcaline fixe.)

Le lessivage de ce résidu est incolore; il ne précipite plus en jaune le sel d'argent, mais bien en blanc. Il précipite alors l'azotate d'urane. Il cesse de précipiter le sel de plomb. (Le paraphosphate de plomb serait-il bien plus soluble que le phosphate, ou se serait-il formé un sel double?)

L'ébullition de quelques minutes avec l'acide azotique le ramène à l'état d'acide phosphorique hydraté, précipitant alors en jaune le nitrate d'argent et en blanc le sel de plomb.

En résumé, d'après cet examen on trouve : 1° de l'acide phosphorique très probablement libre, que ne peut isoler l'alcool qui dissout également les phosphates acides;

2° Pas de chlorate nettement démontré;

3° L'acidité remarquée dans le décoctum du foie, du poumon, etc., peut-elle être regardée comme due à la présence de l'acide phosphorique en proportion anormale ?

DÉDUCTIONS.

1° La présence de l'acide phosphorique libre étant bien constatée, peut-on en induire nécessairement qu'il y a eu intoxication et que l'ingestion de cet acide ait causé la mort?

Non, à mon avis, et en effet: il ne saurait être révoqué en doute que l'on peut introduire dans l'organisme, par doses graduées surtout, une assez forte quantité d'acide phosphorique; que cette quantité pourrait même dépasser de beaucoup celle trouvée dans les circonstances qui précèdent, sans qu'il y ait accidents graves, intoxication, et surtout terminaison fatale.

Du reste, pour pouvoir affirmer l'empoisonnement par l'acide phosphorique, non seulement il faudrait démontrer pondéralement que la quantité trouvée n'est pas seulement anormale, mais qu'elle est fort élevée; qu'elle dépasse énormément la proportion qui pourrait se rencontrer dans tous les cas spéciaux de maladie, si cette production avait lieu et était démontrée dans diverses circonstances pathologiques.

Il faudrait plus encore, ce me semble; il serait nécessaire pour que la conclusion fût valide, de démontrer que cet acide a été introduit dans un état de concentration très grand, à l'état de causticité réelle. Il en serait à son égard comme des acides sulfurique, azotique, etc., qui ne sauraient être considérés comme ayant agi toxiquement, qu'autant que leur

ingestion n'aurait pas été faite à dose médicinale ou en limonade, mais bien qu'ils auraient été intentionnellement administrés à l'état concentré, et auraient alors produit les altérations qui les caractérisent en détruisant ou corrodant la muqueuse, ou au moins en y déterminant une très vive rougeur. Sans ces conditions, pas de conclusion rigoureusement équitable, pas d'intoxication certainement démontrée.

2° Est-ce à l'énergie de l'oxidation du phosphore dans l'estomac qu'il faudrait rapporter la mort?

Cette oxigénation se fait lentement, même en opérant sur une quantité de phosphore assez considérable. L'inflammation du phosphore ne saurait avoir lieu sans la réunion d'un certain nombre de bâtons de ce métalloïde. Dans le cas dont il s'agit, la quantité trouvée chez l'insurgé, dans le singe, la quantité absorbée par le chat, ne sauraient laisser penser qu'il ait pu y avoir une réaction vive et énergique. L'opinion contraire a toutes les chances de raison d'être pour elle.

D'un autre côté, rien ne prouve jusqu'ici que l'acide phosphorique et hypophosphorique qui se serait ainsi formé, soit un agent d'intoxication plus énergique que l'acide phosphorique étendu ou l'acide paraphosphorique dilué et introduit en petite proportion.

3° La présence simultanée du phosphore, du chlorate de potasse, du nitrate, a-t-elle pu être cause d'une réaction plus énergique, d'une action vénéneuse plus prompte ou plus certaine?

La théorie et l'expérience ne viennent expliquer ni démontrer qu'il y ait de combustion vive, par suite de la décomposition de ces deux sels sous l'influence des acides du suc gastrique, ou encore d'une oxigénation promptement complétée par ces deux agents, de l'acide hypophosphorique fourni par une combustion lente.

Si le chlorate surtout eût pu être promptement et très énergiquement décomposé, l'acide chlorique ou le composé oxidant chloré mis en liberté, eussent réagi, il est vrai, sur le phosphore libre avec une grande intensité, avec une grande promptitude; mais alors il se fût produit une chaleur très vive, proportionnelle à l'intensité de la réaction, comme cela a lieu dans les expériences de laboratoire; en ce cas, les parois de l'organe en contact eussent subi les influences du voisinage, du contact immédiat, en eussent offert les indices et porté les preuves à l'autopsie.

4° Par exclusion, nous sommes donc amené à penser que l'intensité de l'action chimique qui a pu se passer dans l'estomac et dans les intestins qui sont l'objet de cette note, n'est pas suffisante pour expliquer la mort des trois individus. Le phosphore en ce cas a donc très probablement dû agir après absorption directe et non à l'état de composé acide formé dans ces organes. Mais nous n'oserions certes pas dire qu'un composé oxigéné tel que le chlorate de potasse ou le nitrate, ne fût susceptible d'aggraver l'intoxication. Nos observations à cet égard sur des rats, tendraient au contraire à nous le faire admettre.

CONCLUSIONS DERNIÈRES.

Dans les cas dont il s'agit, le degré d'acidité des liquides de l'estomac et des intestins ne permet pas de conclure que l'acide phosphorique libre qu'ils contiennent ait été administré à l'état de concentration.

L'état normal et sain de ces organes en exclut même toute idée.

L'acidité très légère de la décoction du poumon, de la rate, du foie, etc., ne saurait non plus permettre d'affirmer qu'elle est due à l'introduction de l'acide phosphorique libre : car la

décoction du muscle de bœuf est légèrement acide. A plus forte raison la présence de l'acide phosphorique libre dans le tube digestif, dans les organes ci-dessus, ne me semble pas une preuve suffisante, irréfragable, pour affirmer l'intoxication par le phosphore libre.

Enfin elle n'aurait de probabilité que par la singulière coïncidence de la présence simultanée de l'acide phosphorique, d'un composé chloré oxigéné ou nitré, et d'un dépôt siliceux, analogue au sable des papiers dits à dérouiller que l'on emploie pour la confection des boîtes et de la pâte d'allumettes chimiques elle-même, ce qui donnerait à supposer que cette composition a pu être absorbée par l'insurgé et par le singe.

L'expérience directe faite sur le chat démontre une action vénéneuse formidable de cette composition et donne quelques droits de penser que les deux premiers ont dû succomber à ce genre d'intoxication et non pas à l'action de l'acide phosphorique.

Il serait à désirer que le gouvernement indiquât une substance inerte spéciale ou un poison facile à reconnaître, pour entrer dans la préparation des pâtes phosphoriques, qui vînt fournir au toxicologiste un élément matériel pour affirmer le mode d'intoxication, s'il ne jugeait plus à propos d'en prohiber la fabrication et le débit.

CATALOGUE DES OISEAUX

Observés dans l'Arrondissement de Valognes,

Par M. Ad. BENOIST.

J'ai l'honneur de présenter à la Société des Sciences naturelles le catalogue des oiseaux que j'ai observés dans l'arrondissement de Valognes, depuis environ dix ans que je m'occupe d'en former la collection. Deux causes ont contribué à ce que le nombre en soit encore assez restreint; d'abord, depuis cette époque l'absence d'hivers rigoureux qui m'aient permis de noter le passage des oiseaux qui ne viennent sous notre latitude qu'à ces époques; en second lieu, la difficulté que j'ai éprouvée à me procurer quelques espèces qui ne viennent qu'au printemps. — Je joins quelques indications générales sur l'arrivée et le départ de certaines espèces sous notre climat. Ces observations, continuées pendant plusieurs années, ont été communiquées à l'Académie Royale de Belgique, et ont été utilisées par M. de Selys-Longchamps. Qu'il me soit permis ici de remercier sincèrement ce savant de sa bienveillance particulière à mon égard; je regrette seulement que ses observations, quant à ce qui me concerne, aient été quelquefois prises trop à la lettre : je présente quelques remarques à ce sujet dans le cours de ce catalogue, qui est disposé selon l'ordre adopté par M. Temminck dans son Manuel des oiseaux d'Europe.

Valognes, 14 avril 1854.

1er Ordre. — RAPACES.

Faucon pélerin; *Falco peregrinus*, L. — Colomby.
Faucon hobereau; *Falco subbuteo*, Lath.
Marais de Picauville.
Faucon cresserelle; *Falco tinnunculus*, L.
Autour; *Falco palumbarius*, L.
Epervier; *Falco nisus*, L.
Buse changeante; *Falco buteo*, L.
Buzard harpaye; *Falco rufus*, L. — Marais de Picauville.
Buzard montagu; *Falco cineraceus*, Mont.
Marais de Picauville. Réville.
Chouette hulotte; *Strix aluco*, Mey.
Chouette effraye; *Strix flammea*, L.
Chouette chevêche; *Strix passerina*, L.
Hibou brachyote; *Strix brachyotos*, Lath.
De passage l'hiver. Valognes, décembre 1849.
Hibou moyen duc; *Strix otus*, Lath.
De passage également l'hiver. Valognes, janvier 1850.

2e Ordre. — OMNIVORES.

Corneille noire; *Corvus corone*, L.
Corneille mantelée; *Corvus cornix*, L.
Arrive vers le commencement d'octobre et part à la fin de mars; quelques individus restent encore jusqu'au 10 avril.
Corneille freux; *Corvus frugilegus*, L.
Corneille choucas; *Corvus monedula*, L.
Pie; *Corvus pica*, L.
Geai; *Corvus glandarius*, L.
Etourneau vulgaire; *Sturnus vulgaris*, L.
Paraît en grandes troupes quelquefois dès le mois de septembre.

3e Ordre. — INSECTIVORES.

Pie-grièche grise; *Lanius excubitor*, Briss. — Fresville.
Pie-grièche rousse; *Lanius rufus*, L. — Montaigu.

Pie-grièche écorcheur; *Lanius collurio*, Briss.

Ces deux dernières Pies-grièches arrivent presque en même temps vers la moitié ou la fin d'avril, suivant la rigueur ou la douceur de la température à cette époque, et nous quittent dans les premiers jours d'octobre.

Gobe-mouche gris; *Muscicapa griseola*, L.

Gobe-mouche bec-figue; *Muscicapa luctuosa*, Temm.

Mêmes migrations que les becs-fins.

Merle draine; *Turdus viscivorus*, L.

Merle litorne; *Turdus pilaris*, L.

Merle grive; *Turdus musicus*, L.

Merle mauvis; *Turdus iliacus*, L.

Merle à plastron; *Turdus torquatus*, L. — Valognes.

Merle noir; *Turdus merula*, L.

Les *Turdus viscivorus*, *pilaris* et *musicus*, arrivent du 10 au 20 mars, et leur départ a lieu du 25 octobre à la mi-novembre. Néanmoins un assez grand nombre d'individus de ces trois espèces séjournent constamment.

Le *T. torquatus* est seulement de passage en hiver; des individus isolés ont souvent été tués en décembre et en mars.

Bec-fin rossignol; *Sylvia luscinia*, Lath. — Montaigu.

Bec-fin à tête noire; *Sylvia atricapilla*, Lath.

Bec-fin fauvette; *Sylvia hortensis*, Bechst.

Bec-fin grisette; *Sylvia cinerea*, Lath.

Bec-fin babillard; *Sylvia curruca*, Lath.

Bec-fin pitte-chou; *Sylvia provincialis*, Gm.

Gatteville, Morville.

Bec-fin rouge-gorge; *Sylvia rubecula*, Lath.

Bec-fin gorge-bleue, *Sylvia suecica*, Lath. — Valognes.

Bec-fin rouge-queue; *Sylvia tithys*, Lath. — Réville.

Bec-fin de murailles; *Sylvia phœnicurus*, Lath.

Bec-fin à poitrine jaune; *Sylvia hyppolaïs*, Bechst.

Bec-fin siffleur; *Sylvia sibilatrix*, Bechst.

Bec-fin pouillot; *Sylvia trochylus*, Lath.

Bec-fin véloce; *Sylvia rufa*, Lath.

Tous les Becs-fins, à l'exception du Bec-fin rouge-gorge, nous quittent l'hiver. Leur départ a lieu en général du 1er au 15 octobre, et leur arrivée du 25 mars au 15 avril. Les Bec-fins pouillot et véloce sont les premiers à nous visiter ; puis viennent les Bec-fins de murailles, fauvette, grisette, et à tête noire. Le Rossignol, très rare, vient presque tous les ans nicher dans les taillis de la Brizette, à Montaigu. J'ai tué le Bec-fin rouge-queue, rare aussi, le 24 octobre dernier, à Réville. Les deux individus de Bec-fin pitte-chou, que je possède, ont été tués, l'un à Gatteville au mois de novembre, l'autre à Morville, le 20 janvier dernier.

Roitelet ordinaire; *Regulus cristatus*, Ban.

Roitelet triple-bandeau; *Regulus ignicapillus*, Ban.

Troglodyte ordinaire; *Troglodytes vulgaris*, Cuv.

Traquet motteux; *Saxicola œnanthe*, Bechst.

Traquet tarier; *Saxicola rubetra*, Bechst.

Traquet rubicole; *Saxicola rubicola*, Bechst.

Les Traquets nous arrivent dans les premiers jours d'avril, et partent au commencement d'octobre.

Accenteur mouchet; *Accentor modularis*, Cuv.

Bergeronnette grise; *Motacilla alba*, L.

Bergeronnette jaune; *Motacilla boarula*, L.

Bergeronnette printannière; *Motacilla flava*, L.

La Bergeronnette grise séjourne en tout temps; l'hiver elle quitte la plaine pour venir dans les villes chercher sa subsistance. Les deux autres nous arrivent du 1er au 6 ou 8 avril, et leur départ a lieu du 10 au 20 octobre.

Pipit spioncelle; *Anthus aquaticus*, Bechst.

Pipit maritime; *Anthus obscurus*, Temm.

Pipit farlouse; *Anthus pratensis*, Bechst.

Pipit des buissons; *Anthus arboreus*, Bechst.

4e Ordre. — GRANIVORES.

Alouette cochevis; *Alauda cristata*, L.

Alouette des champs; *Alauda arvensis*, L.

Alouette lulu ; *Alauda arborea*, L.
Mésange charbonnière; *Parus major*, L.
Mésange bleue ; *Parus cæruleus*, L.
Mésange huppée; *Parus cristatus*, L.
Mésange nonette; *Parus palustris*, L.
Mésange à longue queue ; *Parus caudatus*, L.
Bruant jaune ; *Emberiza citrinella*, L.
Bruant de neige ; *Emberiza nivalis*, L.

J'ai tué, à Réville et à Saint-Vaast, le Bruant de neige, au mois de novembre 1853, époque à laquelle il était assez commun.

Bouvreuil commun; *Pyrrhula vulgaris*, Briss.
Gros-bec vulgaire ; *Fringilla coccothraustes*, Temm.
Gros-bec verdier; *Fringilla chloris*, Temm.
Gros-bec moineau; *Fringilla domestica*, L.
Gros-bec friquet; *Fringilla montana*, L.
Gros-bec pinson ; *Fringilla cælebs*, L.
Gros-bec des Ardennes; *Fringilla montifringilla*, L.
Gros-bec linotte; *Fringilla cannabina*, L.
Gros-bec tarin; *Fringilla spinus*, L.
Gros-bec sizerin ; *Fringilla linaria*, L.
Gros-bec chardonneret : *Fringilla carduelis*, L.

Le Gros-bec des Ardennes ne paraît pas tous les hivers; j'en ai vu des individus, le 16 décembre 1853 et le 2 janvier 1854.

5° Ordre. — ZYGODACTYLES.

Coucou gris; *Cuculus canorus*, L.

Le Coucou nous arrive habituellement du 20 au 25 avril; son départ a lieu de fort bonne heure dans la première quinzaine d'août. On pourrait croire qu'il part encore plus tôt, car il cesse souvent de se faire entendre dès la mi-juillet.

Pic vert ; *Picus viridis*, L.
Pic épeiche; *Picus major*, L.
Pic épeichette; *Picus minor*, L.
Torcol ; *Yunx torquilla*, L.

Il arrive au commencement de mai.

6e Ordre. — ANISODACTYLES.

Sitelle torchepot; *Sitta europæa*, L.

Grimpereau familier; *Certhia familiaris*, L.

Huppe; *Upupa epops*, L. — Morville, Colomby.

Les Huppes arrivent dans les premiers jours de mai et repartent vers la fin d'août.

7e Ordre. — ALCYONS.

Martin pêcheur; *Alcedo hispida*, L.

8e Ordre. — CHÉLIDONS.

Hirondelle de cheminée; *Hirundo rustica*, L.

Hirondelle de fenêtre; *Hirundo urbica*, L.

Hirondelle de rivage; *Hirundo riparia*, L.

Les Hirondelles de cheminée nous arrivent du 20 au 30 avril, elles repartent à la fin de septembre; quelquefois elles prolongent leur séjour jusqu'à la mi-octobre. L'Hirondelle de fenêtre arrive quelques jours plus tard.

Martinet de muraille; *Cypselus murarius*, Temm.

N'arrive que vers le 5 ou le 10 mai, et repart du 20 au 25 septembre.

Engoulevent ordinaire; *Caprimulgus europæus*, L.

Il est assez difficile de préciser l'époque de l'arrivée de cet oiseau dans nos climats; son retour dépend de la température chaude ou froide qui y règne. Cette année, il est arrivé dès le 10 avril; son départ a lieu ordinairement au commencement de septembre.

9e Ordre. — PIGEONS.

Pigeon ramier; *Columba palumbus*, L.

Arrivent en grand nombre vers le 15 novembre.

Pigeon tourterelle; *Columba turtur*, L.

La Tourterelle vient pour nicher sous notre latitude, du 10 au 15 mai; son départ a lieu à la fin d'août.

10e Ordre. — GALLINACÉS.

Perdrix grise; *Perdix cinerea*, Lath.

Caille; *Perdix coturnix*, Lath.

La Caille est un oiseau remarquable, dans beaucoup de contrées, par ses émigrations périodiques. Il n'en est pas tout à fait ainsi chez nous où un grand nombre séjournent l'hiver principalement près des rivages de la mer. A la fin de décembre dernier, plusieurs individus ont été tués près de Saint-Vaast, Les Cailles qui émigrent partent dans les premiers jours d'octobre.

11^e Ordre. — COUREURS.

Je n'ai point encore observé par moi-même le passage sous notre latitude des Outardes, qui forment le seul genre de cet ordre, et qui visitent notre climat à de rares intervalles.

12^e Ordre. — GRALLES.

Sanderling variable; *Calidris arenaria*, Illig.
Huîtrier pie de mer; *Hæmatopus ostralegus*, L.
Pluvier doré; *Charadrius pluvialis*, L.
Pluvier grand à collier; *Charadrius hiaticula*, L.
Pluvier petit à collier; *Charadrius minor*, Mey.
Pluvier à collier interrompu; *Charadrius canthianus*, Lath.

Il est fort difficile d'assigner l'époque du passage des Echassiers en général; leur apparition sur nos côtes dépend de la saison plus ou moins rigoureuse, quelquefois des coups de vent qui les font dévier de leur route. Cependant le Pluvier doré nous vient au mois d'octobre par petites bandes d'abord; puis, quand l'hiver s'avance, on le voit souvent en troupes fort nombreuses.

Vanneau pluvier; *Vanellus melanogaster*, Bechst.
Vanneau huppé; *Vanellus cristatus*, Mey.
Tourne-pierre à collier; *Strepsilas collaris*, Temm.

Le Tourne-pierre arrive sur nos rivages, et y séjourne en avril, mai, et une partie de juin, nous quittant alors pour aller nicher; il reparaît en septembre.

Héron cendré; *Ardea cinerea*, Lath.

De passage de novembre à février.

Héron butor; *Ardea stellaris*, L.
Héron blongios; *Ardea minuta*, L.

Avocette à nuque noire; *Recurvirostra avocetta*, L.

Marais de Pont-l'Abbé, nov. 1852.

Spatule blanche; *Platalea leucorodia*, L.

Marais de Pont-l'Abbé.

Ibis falcinelle; *Ibis falcinellus*, Temm.

Marais de Pont-l'Abbé.

Courlis cendré; *Numenius arcuatus*, Lath.

Courlis corlieu; *Numenius phæopus*, Lath.

Bécasseau variable; *Tringa variabilis*, Mey.

Bécasseau violet; *Tringa maritima*, Brumm.

Bécasseau échasses; *Tringa minuta*, Leisl.

Bécasseau maubèche; *Tringa cinerea*, L.

Je n'ai pas connaissance que le Combattant. *Machetes pugnax*, Cuv., ait été tué dans l'arrondissement de Valognes, ceux de ma collection proviennent des marais de Gorges.

Chevalier arlequin; *Totanus fuscus*, Leisl.

Chevalier gambette; *Totanus calidris*, Bechst.

Chevalier cul-blanc; *Totanus ochropus*, Temm.

Chevalier guignette; *Totanus hypoleucos*, Temm.

Chevalier aboyeur; *Totanus glottis*, Bechst.

De passage en mars et avril, septembre et octobre.

Barge rousse; *Limosa rufa*, Briss.

Bécasse ordinaire; *Scolopax rusticola*, L.

Bécassine ordinaire; *Scolopax gallinago*, L.

Bécassine sourde; *Scolopax gallinula*, L.

Les Bécasses ordinaires arrivent en octobre, pour repartir souvent dès la fin de février, ou même avant. Les Bécassines, font leur apparition dès le mois d'août.

Râle d'eau; *Rallus aquaticus*, L.

Poule d'eau de genêt; *Gallinula crex*, Lath.

Arrive de très bonne heure; cette année, je l'ai entendue le 10 avril.

Poule d'eau marouette; *Gallinula porzana*, Lath.

Poule d'eau ordinaire; *Gallinula chloropus*, Lath.

13^{e} Ordre. — PINNATIPÈDES.

Foulque macroule; *Fulica atra*, L.
Phalarope hyperboré; *Phalaropus hyperboreus*, Lath.
Grèbe huppé; *Podiceps cristatus*, Lath.
Grèbe jougris; *Podiceps rubricollis*, Lath.
Grèbe oreillard; *Podiceps auritus*, Lath.
Grèbe castagneux; *Podiceps minor*, Lath.

14^{e} Ordre. — PALMIDÈDES.

Hirondelle de mer caugek; *Sterna cantiaca*, Gmel.
Hirondelle de mer Pierre Garin; *Sterna hirundo*, L.
Hirondelle de mer petite hirondelle; *Sterna minuta*, L.
Goéland burgermeister; *Larus glaucus*, Brumm. (jeune).
Goéland à manteau noir; *Larus marinus*, L.
Goéland à manteau bleu; *Larus argentatus*, Brumm.
Goéland à pieds jaunes; *Larus flavipes*, Mey.
Mouette à pieds bleus; *Larus canus*, L.
Mouette tridactyle; *Larus tridactylus*, Lath.
Mouette rieuse; *Larus ridibundus*, Leisl.
Stercoraire cataracte; *Lestris cataractes*, Temm.
Stercoraire parasite; *Lestris parasiticus*, Gmel.
Oie cendrée; *Anser ferus*, Lath.
Oie rieuse; *Anser albifrons*, Mey.
Oie cravant; *Anser bernicla*, L.
Cygne sauvage; *Cygnus melanorhynchus*, Mey.
Cygne domestique; *Cygnus olor*, Mey.
Canard tadorne; *Anas tadorna*, L.
Canard sauvage; *Anas boschas*, L.
Canard chipeau; *Anas strepera*, L.
Canard pilet; *Anas acuta*, L.
Canard siffleur; *Anas penelope*, L.
Canard souchet; *Anas clypeata*, L.
Canard sarcelle d'été; *Anas querquedula*, L.
Canard sarcelle d'hiver; *Anas crecca*, L.

Canard eider; *Anas mollissima,* L. (jeune).
Canard double macreuse; *Anas fusca,* L.
Canard macreuse; *Anas nigra,* L.
Canard milouinan; *Anas marila,* L.
Canard milouin; *Anas ferina,* L.
Canard garrot; *Anas clangula,* L.
Canard morillon; *Anas fuligula,* L.
Canard nyroca; *Anas leucophthalmos*, Bechst.

Les Oies, les Cygnes et les Canards sont les oiseaux de passage par excellence; plusieurs ne nous viennent que dans les hivers les plus rudes. Le vieux mâle de l'Eider ne se trouve jamais sur nos côtes. Les Sarcelles nous arrivent dès la fin de septembre. Les Macreuses sont de double passage, en novembre ordinairement, mais en bien plus grand nombre en février et mars.

Grand harle; *Mergus merganser,* L.
Harle huppé; *Mergus serrator,* L.
Harle piette; *Mergus albellus,* L.

Le grand Harle est de passage beaucoup moins fréquent que les deux autres espèces.

Le Harle huppé arrive dès la fin de septembre.

Cormoran grand; *Carbo cormoranus,* Mey.
Cormoran largus; *Carbo cristatus,* Temm.—St-Vaast, rare.
Fou de Bassan; *Sulla alba,* Mey.

Le Fou de Bassan jeune, est beaucoup plus rare que le vieux, qui est très commun dès le mois de septembre.

Plongeon imbrim; *Colymbus glacialis,* L.
Plongeon lumme; *Colymbus arcticus,* L. (jeune).
Plongeon cat marin; *Colymbus septentrionalis,* L.
Guillemot à capuchon; *Uria troïle,* Lath.
Macareux moine; *Mormon fratercula,* Temm.
Pingouin macroptère; *Alca tarda,* L.

Ce dernier palmipède est très commun sur nos côtes; il y arrive dès le mois d'octobre en troupes nombreuses.

NOTE

SUR QUELQUES

DIATOMÉES MARINES

RARES OU PEU CONNUES,

DU LITTORAL DE CHERBOURG,

Par M. Alphonse de BRÉBISSON.

Les Diatomées ou Bacillariées, ces êtres dont le microscope seul peut nous révéler la structure délicate, habitent en grand nombre la mer et les eaux douces. Plusieurs auteurs les ont placées sur la limite extrême du règne animal, au degré le plus inférieur de la série des animaux, peut-être plus par ignorance de leur vraie nature qu'à cause de la simplicité de leur organisation. Douées, la plupart, d'un mouvement de locomotion assez vif, se dirigeant en tous sens, les Diatomées ont paru à plusieurs micrographes devoir être rangées parmi les infusoires dont elles ont les habitudes, et de nombreux caractères, que je n'ai pas à discuter ici, me porteraient à les en rapprocher. Elles ont été aussi classées parmi les Algues par divers auteurs. Plusieurs Diatomées, et principalement

les espèces filamenteuses, ont un aspect qui semble autoriser ce rapprochement. Leurs frustules disposés en séries rappellent les filaments articulés de quelques Confervées, mais la différence est totale dans la matière de l'enveloppe et de l'endochrome.

Les Diatomées présentent des frustules rigides, formés par une enveloppe (*test, carapace*) siliceuse, diaphane, se divisant en deux parties emboîtées par leurs bords; c'est une sorte de coquille bivalve qui renferme un endochrome de couleur brune ou jaunâtre.

J'espère qu'on voudra bien excuser ces détails qui, quoique assez longs, seraient très incomplets s'ils devaient servir à une histoire des Diatomées, travail que je n'ai pas la prétention d'entreprendre dans cette circonstance; je m'efforcerai d'abréger ces observations préliminaires autant qu'il me sera possible, bien qu'elles me soient nécessaires pour arriver au but de cette note.

La matière siliceuse des carapaces des Diatomées les rend presque indestructibles. Les enveloppes peuvent résister non seulement à l'action prolongée des eaux et à la décomposition putride propre aux matières organiques, mais encore à la plupart des acides et à la calcination. Aussi ne faut-il pas s'étonner si l'on trouve sur presque tous les points du globe des amas considérables de Diatomées à l'état fossile; ce sont plutôt des dépôts conservés en couches plus ou moins puissantes dans des points qui ont été couverts d'eau douce ou salée dans les temps les plus reculés. Les eaux devaient alors être peuplées en immense quantité de ces êtres microscopiques, comme on peut le voir par ces dépôts dont je viens de parler et dont quelques-uns ont parfois plusieurs mètres d'épaisseur sur une très grande étendue. Lorsqu'on vient à penser que ces terrains, que ces roches même, sont entièrement composées de Diatomées dont les plus grandes

atteignent à peine la longueur de huit à dix centièmes de millimètre !... Il semble plus facile de compter les grains de sable que renferme la mer....

On connaît de ces couches de Diatomées fossiles, soit marines, soit fluviatiles, sur plusieurs points des Etats-Unis explorés avec tant de soin par M. Bailey, en Allemagne, en Laponie, en Toscane, en France, en Angleterre, etc. Beaucoup de *tripolis* ou de *farines fossiles* n'ont pas d'autre origine. La finesse de leur texture, résultat de l'agglomération de ces êtres si ténus, et la qualité âpre de la silice rendent ces terres très propres à polir les métaux.

Il est très remarquable que beaucoup des espèces qui entrent dans la composition de ces terrains se trouvent être les mêmes sur les points les plus éloignés de la terre, lorsque leur station primitive a été de même nature, c'est-à-dire marine ou fluviatile. Des faits analogues, qui prouvent la dispersion générale de ces petits êtres, se présentent de nos jours pour les espèces vivantes dans des parties opposées du globe.

Le guano, cet engrais que l'on retire d'amas anciens d'excréments d'oiseaux aquatiques, renferme beaucoup de Diatomées ayant les formes les plus élégantes. Leurs carapaces ont donc résisté au pouvoir dissolvant des sucs gastriques de l'estomac de ces oiseaux et même à celui des poissons qui leur ont servi de proie, ainsi qu'à la fermentation de ces matières azotées. Dans le guano et dans les dépôts anciens de Diatomées marines, tels que ceux des Bermudes, de la Vera-Cruz, on a reconnu depuis longtemps des formes curieuses appartenant principalement aux genres *Coscinodiscus*, *Campylodiscus*, *Arachnodiscus*, *Actinocyclus*, *Eupodiscus*, *Triceratium*, etc. Un grand nombre de ces espèces nous semblaient être étrangères à nos mers ou ne plus exister qu'à l'état fossile.

Les Diatomées marines ont été naturellement étudiées les premières. Elles sont les plus apparentes, et, à certaines époques de l'année, elles croissent en abondance sur les Algues filamenteuses. Les Ectocarpes, les Céramiées, les Confervées, etc, en sont tellement chargées qu'elles font le désespoir des Algologues collecteurs qui, après avoir préparé avec soin sur papier le produit de leurs récoltes, sont tout étonnés, au moment de la dessication, de trouver la plante qu'ils ont voulu conserver dissimulée sous un enduit grisâtre de Diatomées, objet de leur dédain.

Pour le *Diatomophile*, il en est tout autrement. Il admire les *Rhipidophora* aux pédicelles rameux portant des groupes de frustules élégants en forme de coin, les *Licmophora* aux éventails gracieux, les faisceaux rayonnants des *Synedra*, les étendards des *Achnanthes*, les chaînettes en zigzag des *Rhabdonema*, des *Striatella* à l'endochrome doré, et des *Grammatophora* dont les frustules semblent porter une inscription arabe, etc., etc. Rien n'est plus varié, plus capricieux que les dessins de ces innombrables corpuscules, toujours réguliers toutefois, toujours symétriques.

On comprendra facilement que ces êtres si fragiles, si délicats ont besoin, pour résister aux mouvements tumultueux des milieux qu'ils habitent, d'être fixés aux plantes sur lesquelles ils croissent ordinairement, par des bases, des pédicelles flexibles, mais assez consistants. Les espèces libres, pour ne pas être entraînées par les vagues, doivent avoir une autre station. Aussi celles-ci sont-elles moins connues, parcequ'on a ignoré longtemps où étaient leurs retraites cachées.

Il n'est pas douteux que la rareté présumée de plusieurs de ces Diatomées, tient à ce qu'on ne les a pas recherchées dans les lieux où elles vivent le plus habituellement. Au moment où j'écrivais ces lignes, j'ai lu, dans une des der-

nières livraisons des *Transactions of the Microscopical Society* de Londres, un mémoire de M. Roper sur les Diatomées de la Tamise, où j'ai vu que cet observateur a trouvé dans les sables vaseux de ce fleuve, en se rapprochant de son embouchure, une assez grande quantité des espèces du littoral de Cherbourg.

L'hiver dernier, M. Thuret, herborisant avec M. Bornet sur les rochers sous-marins du Hommet, rapporta de cette excursion des touffes de *Lyngbya majuscula*, Harv., qui conservaient à leur base des traces du sable vaseux dans lequel elles avaient cru. En examinant cette plante au microscope, M. Thuret remarqua que ce sable était rempli de Diatomées très curieuses et des plus rares, dont il se rappela avoir vu quelques-unes dans le guano qu'il avait reçu de l'habile préparateur M. Bourgogne. Il eut l'obligeance de me communiquer sa récolte, dans laquelle, après bien des heures d'un examen souvent répété, je suis parvenu à reconnaître au moins une centaine d'espèces dont quelques-unes me semblent nouvelles. Nous les avons plus tard retrouvées ensemble sur ces mêmes rochers du Hommet parmi les touffes d'une petite Calothrichée gazonnante. J'avais déjà, depuis deux ans environ, reconnu, dans les sables de Dives et d'Arromanches, plusieurs de ces Diatomées disciformes que nous rencontrons très rarement. M. W. Smith, le célèbre auteur du *Synopsis of the British Diatomaceæ*, en indique plusieurs dans l'estomac d'un Pétoncle, coquille bivalve peu commune sur nos côtes, et M. Bornet en a trouvé également dans l'estomac ou les intestins de plusieurs coquilles univalves appartenant aux genres *Trochus*, *Purpura* et *Turbo*.

Pour faciliter l'étude de ces Diatomées engagées dans le sable, il est bon de les soumettre quelques instants à l'ébullition dans l'acide azotique, qui détruit les débris de coquilles et les

autres parties calcaires entrant dans la composition de ce sable. Il faut ensuite, par des lavages successifs dans l'eau douce, faire disparaître toute trace d'acide, faire sécher le dépôt et le préparer dans le baume du Canada entre des lames de verre ou de mica. Le baume, en rendant transparents les grains de sable qui ont résisté à l'acide, permet de voir facilement les Diatomées qui s'y trouvent mélangées.

M. Thuret, pensant que la liste de ces Diatomées pourrait avoir quelque intérêt, m'a engagé à la donner ici. Cédant à son désir, je vais présenter la série des noms des espèces que j'ai observées ; je la ferai suivre de remarques sur plusieurs d'entre elles et de descriptions succintes de celles que je crois nouvelles. J'ai essayé de reproduire celles-ci par un dessin assez imparfait. J'ai précédé leur nom d'un astérisque dans la liste ci-dessous, où j'ai suivi la classification de M. Kützing dans son *Species Algarum*.

EPITHEMIA *Sorex*, Kg.
Westermanni, (Ehrenb.) Kg.
FRAGILARIA *striatula*, Lyngb.
DIATOMA *vitreum*, Kg.
hyalinum, Kg.
PYXIDICULA *major*, Kg.
minor, Kg.
PODOSIRA *Montagnei*, Kg.
hormoides, (Mont.) Kg.
maculata, W. Smith.
ORTHOSIRA *marina*, W. Sm.
MELOSIRA *salina*, Kg.
moniliformis, Ag.
sulcata, (Ehrb.) Kg.
CAMPYLODISCUS **limbatus*, Bréb.

CAMPYLODISCUS **decorus*, Bréb.
* *Thuretii*, Bréb.
Hodgsonii, W. Sm.
Ralfsii, W. Sm.
parvulus, W. Sm.
bicostatus, W. Sm. *in* Roper.
SURIRELLA *lata*, W. Sm.
fastuosa, Ehrb.
NITZSCHIA *spectabilis*, W. Sm.
Sigma, (Kg) W. Sm.
angularis, W. Sm.
parvula, W. Sm,
dubia, Var. *constricta*, W. Sm.
SYNEDRA *superba*, Kg.
Gallionii, Ehrb.
tabulata, Kg.
TRIBLYONELLA *marginata*, W. Sm.
angustata, W. Sm.
punctata, W. Sm.
RHAPHONEIS *gemmifera*, Ehrb.
pretiosa, Ehrb.
COCCONEIS *Grevilli*, W. Sm.
diaphana, W. Sm.
— Var. *cruciata*.
Adriatica, Kg.
Scutellum, Ehrb.
ACHNANTHES *longipes*, Ag.
subsessilis, Kg.
salina, Kg.
NAVICULA *didyma*, (Ehrb.; Kg.
— Var.
* *Pandura*, Bréb.
Smithii, Bréb.

NAVICULA *punctulata*, W. Sm.
convexa, W. Sm.
Liber, W. Sm.
directa, (W. Sm.) Bréb.
distans, (W. Sm.) Bréb.
Cyprinus, (Ehrb.) Kg.
peregrina, (Ehrb.) Kg.
phyllepta, Kg.
* *apiculata*, Bréb.
* *retusa*, Bréb.
PLEUROSIGMA *formosum*, W. Sm
decorum, W. Sm.
strigosum, W. Sm.
Strigilis, W. Sm.
quadratum, W. Sm.
Æstuarii, (Bréb.) W. Sm.
distortum, W. Sm.
* *naviculaceum*, Bréb.
delicatulum, W. Sm.
Balticum, (Ehrb.) W. Sm.
rigidum, W. Sm.
Nubecula, W. Sm.
littorale, W. Sm.
prolongatum, W. Sm.
AMPHIPLEURA *rigida*, Kg.
STAURONEIS *pulchella*, W. Sm.
AMPHIPRORA *alata*, (Ehrb.) Kg.
Kützingii, Bréb.
constricta, Kg.
AMPHORA *lineolata*, Ehrb.
striolata, W. Sm.
* *sulcata*, Bréb.
salina, W. Sm.

AMPHORA *hyalina*, Kg.
acutiuscula, Kg.
borealis, Kg.
STRIATELLA *unipunctata*, (Lgb.) Kg.
HYALOSIRA *rectangula*, Kg.
RHABDONEMA *Adriaticum*, Kg.
arcuatum, (Lyngb.) Kg.
minutum, Kg.
GRAMMATOPHORA *serpentina*, Kg.
marina (Lyngb.) Kg.
COSCINODISCUS *marginatus*, Ehrb.
radiatus, Ehrb.
eccentricus, Ehrb.
lineatus, Ehrb.
minor, Ehrb.
ACTINOCYCLUS *undulatus*, Kg.
? ACTINOPTYCHUS *senarius*, Ehrb.
AMPHITETRAS *antediluviana*, Ehrb.
EUPODISCUS *Ralfsii*, W. Sm.
fulvus, W. Sm.
crassus, W. Sm.
* *tenellus*, Bréb.
ISTHMIA *enervis*, Ehrb.
ODONTELLA *aurita*, (Lyngb.) Ag.
BIDDULPHIA *pulchella*, Gray.
ZYGOCEROS *Surirella*, Ehrb.
TRICERATIUM *alternans*, W. Sm.

DICTYOCHA *Speculum*, Ehrb.
gracilis, Kg.
Fibula, Ehrb.

EPITHEMIA *Sorex*, Kütz. Bacill. Tab. V. f. XII; W. Smith Diat. Pl. I. 9; et EPITHEMIA *Westermanni*, (Ehrb.) Kütz.; W. Sm. l. c. Pl. I. 11.— C'est un fait assez rare que ces deux espèces, indiquées d'abord dans les eaux douces, se retrouvent dans la mer. Il avait été déjà observé par M. W. Smith.

FRAGILARIA *striatula*, Lyngb. T. 63. —*Grammonema striatula*, Ag. Consp. Diat. P. 63. — Il est difficile de comprendre quelles raisons ont pu porter M. Kützing à ne pas admettre dans ses Diatomées cette espèce si bien caractérisée. A la vérité, elle présente une flexibilité peu commune dans cette tribu, mais qui pourtant se retrouve dans d'autres Diatomées.

DIATOMA *vitreum*, Kg. T. XVII f. XIX; et DIAT. *hyalinum*, Kg. Tab. XVII. f. XX. — Je cite ici ces deux espèces, en faisant observer que les différences qui les distinguent me semblent bien légères, et ne sont probablement dues qu'à des âges inégaux.

PODOSIRA *hormoides*, (Mont.) Kg. Tab. XXVIII et XXIX. — *Meloseira hormoides*, Montagne, Fl. Bol. P. 2. — M. Thuret a remarqué que le test de cette espèce, vu au microscope avec l'éclairage oblique, présente une série des plus élégantes de stries excentriques très fines.

CAMPYLODISCUS *limbatus*, Bréb. Mss. — *C. orbicularis*, *limbo striato disco oblongo punctulato, medio sensim lævi, granulis in oppositis finibus præsertim seriatis.* Fig. 1.— Cette belle espèce a un bord finement strié ou plutôt cannelé. Le disque, à peu près nu au centre, est granulé vers le bord, et ces ponctuations se montrent disposées en séries surtout aux deux extrémités de son grand axe. Elle se distingue du *Campyl.*

Horologium, W. Sm., par ses cannelures plus fines et son disque granulé.

Campylodiscus *decorus*, Bréb. Mss. — *C. orbicularis, radiis longis, arcuatis, ordine simplici, area media lanceolata angusta lævi.* Fig. 2. — Cette espèce est fort élégante et très rare. Ses cannelures sont, à l'exception d'une ou deux centrales, toutes arquées vers les sommets.

Campylodiscus *Thuretii*, Bréb. Mss. — *C. orbicularis radiis dispositis in lato margine et ordine duplici, interioribus brevibus, area media oblongo lanceolata, transverse striolata, linea media subtili.* Fig. 3. — Ce *Campylodiscus* a des rapports avec le *Camp. Hodgsonii*, mais il est toujours plus grand dans toutes ses parties; son centre est strié transversalement et plus large.

Triblyonella *punctata*, W. Sm. Brit. Diat. p. 36, T. X, 76 et T. XXX, 261. — Les individus que j'ai examinés ont presque toujours les sommets un peu plus longuement apiculés que ceux figurés par M. W. Smith. Peut-être est-ce une variété?

Rhaphoneis. — J'ai aperçu un fragment d'une espèce de ce genre qui montrait une portion de frustule très allongé et chargé d'un double rang de lignes granulées alternes, mais trop incomplet pour oser en faire une espèce nouvelle.

Cocconeis *Grevillii*, W. Sm. l. c. p. 22, T. III, f. 35. — Ce *Cocconeis*, que j'ai trouvé, il y a déjà un certain nombre d'années, sur les côtes du Calvados, présente deux valves tout à fait dissemblables qui, lorsqu'on les voit séparément, semblent appartenir à

deux espèces différentes. C'est ici le cas de rappeler cette disposition fréquente dans les Diatomées disciformes, qui peut devenir la cause de nombreuses erreurs. Quand on examine les deux valves réunies et que celles-ci sont chargées d'un dessin différent, celui qu'elles présentent, par l'effet de leur transparence et de leur rapprochement, est une combinaison particulière qu'on peut trouver différer totalement de celui de chaque valve séparée et qui pourrait faire croire à trois espèces, si l'on a négligé d'examiner séparément et en même temps les deux valves de la carapace.

Cocconeis *diaphana*, W. Sm. l. c. p. 22, T. XXX, 254. — Cette espèce présente une variété *cruciata* aussi commune que le type et qui s'en distingue par un enfoncement transversal sur l'ombilic, qui offre alors au centre du frustule un dessin cruciforme.

Cocconeis *Adriatica*, Kg. Bacill. T. V, f. VI. 2-9. — Je rapporte ici un individu beaucoup plus grand que ceux figurés dans la planche citée dans Kützing, et à stries plus nombreuses. Toutefois, je ne pense pas que cette différence de proportions puisse amener une distinction spécifique.

Navicula. — Ce genre, créé par Bory Saint-Vincent, a été divisé en deux autres genres par M. Ehrenberg. — 1° *Navicula*, pour les espèces à test lisse; 2° *Pinnularia*, pour celles à surface striée. Cette distinction, qui n'a pas été admise par M. Kützing, est souvent difficile à reconnaître, surtout dans les petits individus. Dernièrement, le Rév. M. William Smith, dans son excellent travail sur les Diatomées de l'Angleterre, a repris ces deux genres en faisant entrer dans les *Navicula* les espèces à stries granulées et dans les *Pinnularia* celles

à stries lisses. M. Ehrenberg n'avait point envisagé ces deux coupes de cette manière ; il y a même lieu de penser qu'il les eût établies contradictoirement, si les nouveaux moyens d'éclairage du microscope, inconnus lors de ses premières observations, étaient venus lui faire voir plus complètement la vraie stucture des frustules des *Navicula*. Je ne crois pas que ces distinctions de stries lisses ou granulées suffisent pour établir des caractères génériques. S'il en était ainsi, combien d'autres genres de Diatomées devraient être divisés!

Navicula *didyma*, (Ehrb.) Kg. T. IV, f. vii, et T. XXVIII, f. lxxv. W. Sm. l. c. T. XVII, 154. — *Pinnularia didyma* Ehrb. Amer. T. II, iv. 3. On trouve principalement une forme très étranglée au milieu, qui se rapporte probablement au *Pinnularia Apis*, Ehrb. Am. T. III. iv. 3.

Navicula *Pandura*, Bréb. Mss. — *N. major, panduræformis, striata, a latere secundario lanceolata, media in duas partes ellipticas constricta, apicibus obtusis, striis lævibus.* Fig. 4. — Cette espèce a des rapports de forme avec la variété *Apis* du *Nav. didyma*, mais elle est beaucoup plus grande, plus allongée et a des stries profondes et lisses.

Navicula *Smithii*, Bréb. Mss. — *Nav. elliptica*, W. Sm. T. XVII. 152. — *Non* Kützing. — Il est fâcheux que M. W. Smith ait donné le nom de *Nav. elliptica* à un *Navicula* marin, lorsque ce nom avait été donné par M. Kützing dans ses Bacillariées et dans son *Species* à une espèce d'eau douce que M. Smith appelle *N. ovalis*. Pour éviter la confusion qu'amèneraient ces changements de nomenclature non justifiés, je crois devoir dédier l'espèce marine à M. W. Smith qui l'a découverte

et figurée le premier. Je profiterai de cette occasion pour ajouter que mon *Navicula Parmula* Bréb. *in* Kg. Spec. doit être rapporté au *Navicula elliptica* Kg., ainsi que le *Nav. ovalis*, W. Sm., comme je viens de le dire.

NAVICULA *tumida*, Bréb. *in* Kg. Spec. P. 77, *Non* W. Smith. — *Nav. Jennerii*, W. Sm. l. c. T. XVI, f. 134. — Je comprends que M. Smith, ne connaissant mon *N. tumida* que par la description tronquée du *Species* de M. Kützing, n'ait pas cru devoir y rapporter son *N. Jennerii;* mais je regrette qu'il ait choisi cette épithète, *tumida*, pour l'attribuer, comme nom spécifique, à une espèce d'eau douce. Il est si facile, en créant une espèce, d'éviter cette source d'erreurs qu'il est souvent impossible de détruire et qui rendent l'établissement de la synonymie un travail des plus fastidieux.

NAVICULA *apiculata*, Bréb. Mss. — *N. striata, anguste lineari-lanceolata, apicibus acutis subproductis, striis validis*, Fig. 5. — Vu de côté, le frustule se termine en deux pointes allongées, apiculées; les stries sont assez fortes, peu obliques, lisses ou un peu ponctuées au fond.

NAVICULA *retusa*, Bréb. Mss. — *N. striata, a latere primario depressa, quadrata, angulis retusis, marginibus lateralibus striatis; a latere secundario lineari-lanceolata, apicibus rotundatis*. Fig. 6. — Cette espèce dont le frustule est comprimé et les bords assez largement striés, rappelle la forme de certains *Himantidium*. Je l'ai trouvée aussi dans les sables marins de Dives avec deux autres espèces qui s'en rapprochent par leurs frustules comprimés à bords striés, et qui devront former, sinon un genre nouveau, au moins une section bien tranchée dans les *Navicula*.

PLEUROSIGMA, W. Smith. — *Gyrosigma*. Hassall. — Peut-être ce dernier nom de genre n'était-il pas bien convenable selon les lois de la nomenclature; dans tous les cas, il est certain que, malgré son droit de priorité, il est à peu près généralement abandonné, comme cela arrive promptement pour les puissances déchues. D'ailleurs, on est d'autant moins disposé à reprocher ce changement de nom à M. W. Smith, que le soin tout monographique qu'il a apporté à l'étude des nombreuses espèces de *Pleurosigma* qu'il a découvertes, en fait un genre tout à lui.

PLEUROSIGMA *decorum*, W. Smith l. c. T. XXXI, 196. — J'ai trouvé une forme de cette belle espèce, très large et très courte, n'ayant pas en longueur plus de cinq à six fois sa largeur.

PLEUROSIGMA *naviculaceum*, Bréb. Mss. — *P. a latere secundario lanceolatum, rectum, in apices obtusiusculos fere rectos sensim attenuatum; linea media sigmoidea*. Fig. 7. — Cette espèce, vue sur le côté, ressemble beaucoup à un *Navicula* par sa forme lancéolée, droite. Ses sommets seulement sont allongés et légèrement dirigés chacun dans un sens opposé, bien indiqué par la ligne médiane dont la disposition sigmoïde est prononcée. Le test couvert de lignes fines, croisées, visibles par l'éclairage oblique, surtout à un grossissement de quatre à six cents diamètres, ne permet pas de douter que ce soit un véritable *Pleurosigma*.

STAURONEIS *pulchella*, W. Smith. l. c. T. XIX. 194. — Cette diatomée varie beaucoup pour la taille; lorsqu'elle atteint ses plus grandes dimensions, elle est étranglée dans son milieu, vue de face, comme dans la fig. *b* de M. W. Smith, ce qui n'a pas lieu dans les individus plus petits.

AMPHIPLEURA *rigida*, Kütz. Bac. T. VI, f. XXX. — *Amphipleura sigmoides*, W Smith, l. c. Tab. XV. 128. — Le nom donné par M. W. Smith est certainement celui qui convient le mieux à cette espèce; mais le premier a un titre de priorité qui doit être respecté.

AMPHIPRORA *Kützingii*, Bréb. *in* Kütz. Spec. — Je rapporte à cette espèce fort distincte la figure LXIII, 2. du Tab. III des *Bacillarien* de M. Kützing. Elle est assez commune dans les parcs d'huîtres de Courseules.

AMPHORA *sulcata*. Bréb. Mss. — *A. oblongo-elliptica, apicibus truncatis non productis, lineis longitudinalibus validis transverse subtilissime striolatis*. Fig. 8. — Cette espèce ressemble beaucoup à l'*Amphora costata*, W. Sm. Tab. XXX, f. 253; mais ses sommets sont tronqués et non prolongés (*producted*). J'en ai vu une forme étroite, deux fois plus longue que le type.

ACTINOCYCLUS *undulatus*, Kütz. Bac. T. I, f. XXIV. — W. Smith Diat. p. 25. Pl. V. 43. — Voici encore une espèce dont la taille varie à l'infini. Je serais porté à partager l'opinion de M. Roper, qui pense qu'on doit réunir à cette Diatomée l'*Actinoptychus senarius*, Ehrb.

AMPHITETRAS *antediluviana*, Ehrenb. Leb. p. 62. — Kütz. Bacill. T. XIX, fig. III, et Tab. XXIX, fig. LXXXVI. — On rencontre des frustules de cette Diatomée qui, vus sur le côté, ont leurs faces en courbe tellement rentrée qu'ils présentent une coupe quadrilobée.

EUPODISCUS *Ralfsii*, W. Smith. Diat. Vol. II. inéd. — Cette belle espèce qui par sa préparation dans le baume, prend des couleurs irisées, sera figurée dans le 2e volume des Diatomées de l'Angleterre, par M. W. Smith.

Eupodiscus *tenellus*, Bréb. Mss.— *E. minor, disco granuloso, in margine breviter subradiato, granulis disci radiantibus, multis abbreviatis, interruptis, paucis seriebus ad centrum accedentibus, apertura vix distincta.* Fig. 9. — L'ouverture marginale de cette espèce délicate est si peu distincte et se confond tellement avec les granules, qu'il serait permis de douter qu'elle appartint à ce genre, si la structure non celluleuse et la disposition de ses granules n'obligeaient à l'y rapporter.

Odontella *aurita*, (Lyngb.) Ag. consp. pag. 56.— Kützing Bac. T. XXIX, f. LXXXVIII.—*Diatoma auritum*, Lyngb. Tab. 62. — J'ai reconnu deux formes assez distinctes.

Biddulphia *pulchella*, Gray. Arr. Pl. I, p. 294. — *Diatoma Biddulphianum*, Ag. — Je pense qu'on doit réunir ici les différentes formes ou états de cette espèce qui ont été décrits par M. Kützing sous les noms de *Biddulphia septemlocularis, B. quinquelocularis* et *B. trilocularis*.

Dictyocha. — J'inscris ici dans une division à part trois espèces de ce genre que je rapproche des Diatomées, pour me conformer à l'opinion de plusieurs auteurs; mais tout me porte à penser que ces êtres microscopiques seraient mieux placés près des *Arcelles*, des *Euglyphes*, ou de quelques genres voisins.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. — *Campylodiscus limbatus*, Bréb.

Fig. 2. — *Campylodiscus decorus*, Bréb.

Fig. 3. — *Campylodiscus Thuretii*, Bréb.

Fig. 4. — *Navicula Pandura*, Bréb. — Individu de moyenne taille. On en trouve qui atteignent une longueur de 15 centièmes de millimètre.

Fig. 5. — *Navicula apiculata*, Bréb.

Fig. 6. — *Navicula retusa*, Bréb.

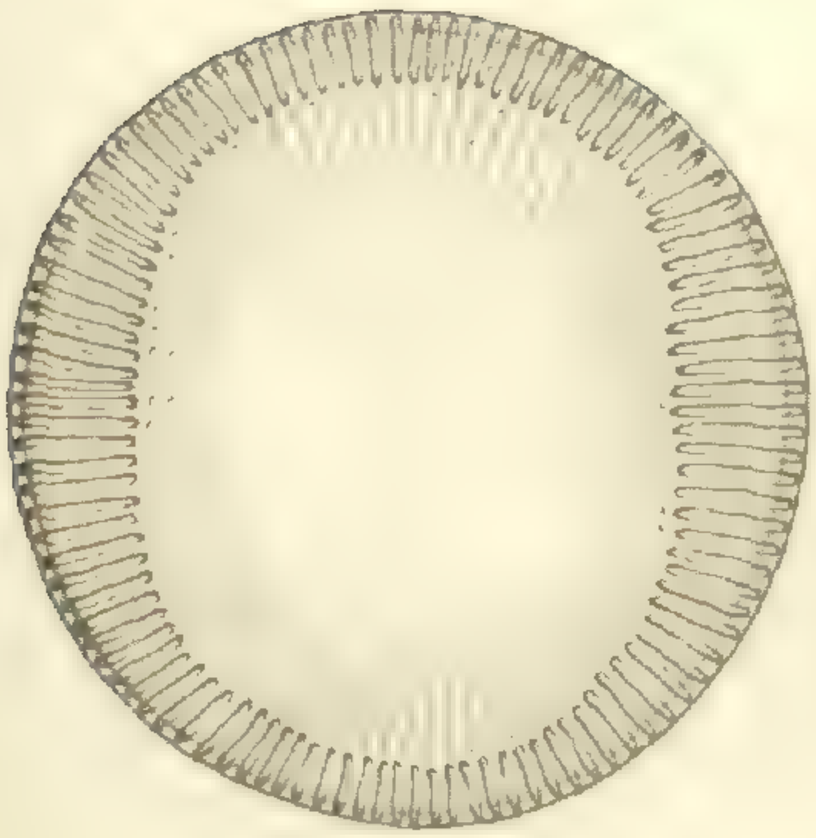
Fig. 7. — *Pleurosigma naviculaceum*, Bréb. — Les stries croisées de la carapace sont représentées telles qu'on les voit avec l'éclairage oblique.

Fig. 8. — *Amphora sulcata*, Bréb.

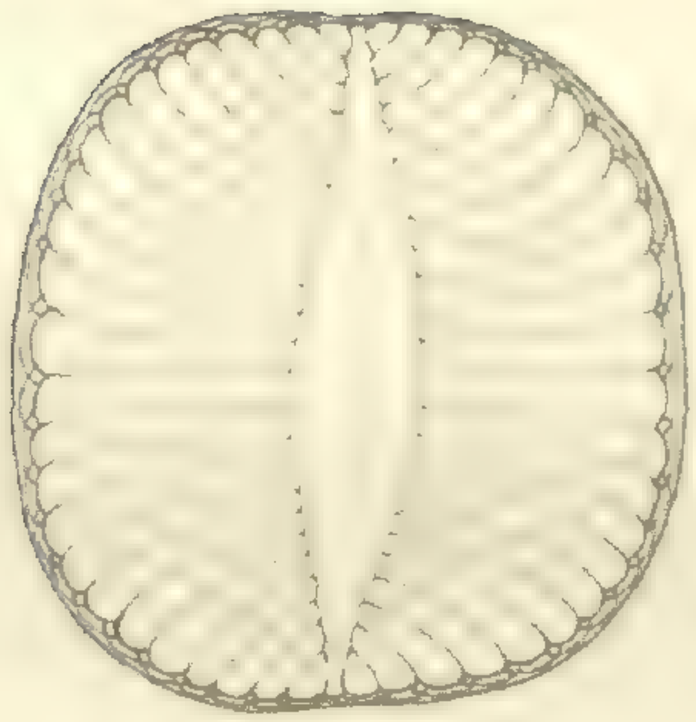
Fig. 9. — *Eupodiscus tenellus*, Bréb.

Toutes les figures de cette planche sont représentées à un même grossissement de 350 diamètres, excepté la fig. 4 qui a été dessinée sous un grossissement de 320 diamètres.

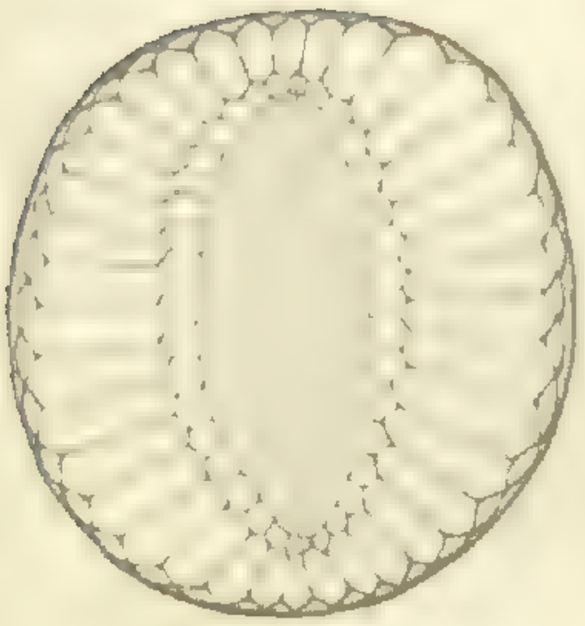
1



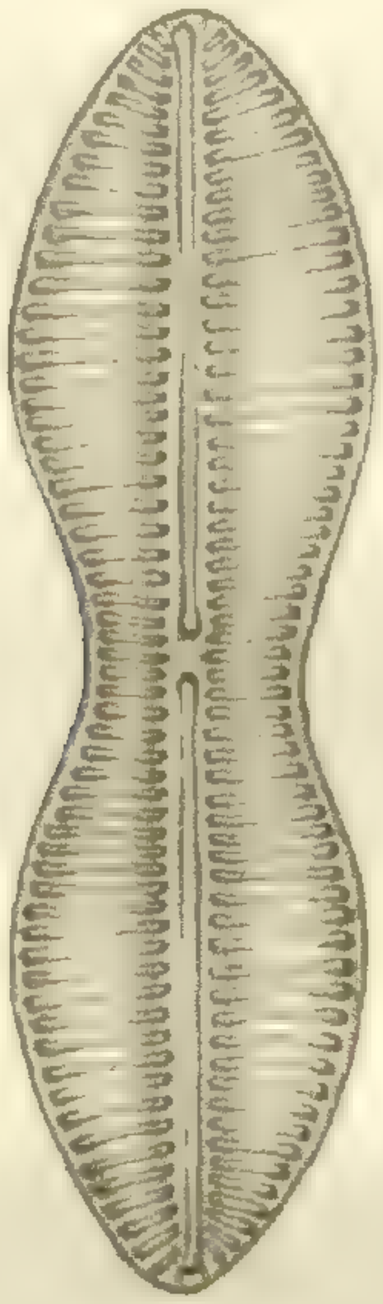
2



3

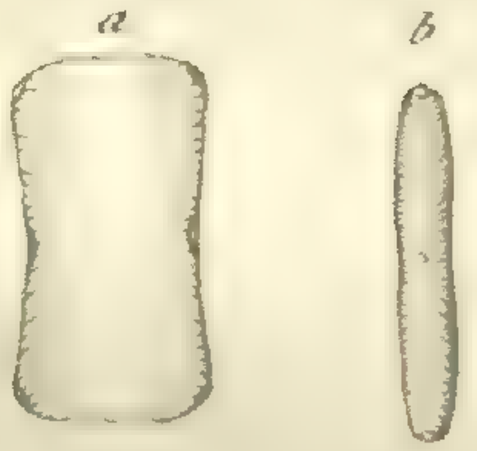


4



5

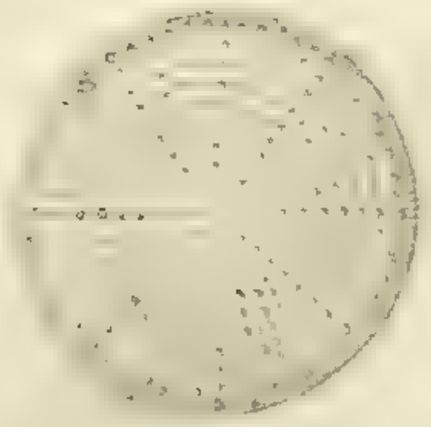
6



7

8

9



Brebisson del.

Diatomées marines

du Littoral de Cherbourg.

DISPOSITIONS DIVERSES

DES

ÉLECTRO-AIMANTS

Usitées dans les Applications de l'Électricité,

Par M. Th. DU MONCEL.

La force des électro-aimants suivant la masse de leurs armatures, suivant la force de la pile qui les met en action, enfin suivant la grosseur et la longueur du fer enveloppé par l'hélice magnétisante, a été l'objet de nombreuses expériences de la part de MM. Jacobi, Weber, Muller, Poggendorff, Nicklès, Sir Snow Harris; j'ai moi-même publié trois mémoires qui se rapportent à ces questions dans le 1^er^ volume des Mémoires de la Société des Sciences naturelles de Cherbourg. Mais je ne sache pas qu'aucun travail ait été fait jusqu'à ce jour sur les différentes formes qu'il convient de donner aux électro-aimants suivant les diverses applications auxquelles on veut les soumettre. C'est cette question que je vais traiter aujourd'hui.

D'abord, afin que ce travail soit complet et puisse servir aux constructeurs peu versés dans les formules mathématiques, je vais commencer par rappeler en quelques mots les résultats des expériences faites jusqu'ici dans le but d'apprécier les différentes conditions de force de ces organes électriques.

CONDITIONS DE FORCE DES ÉLECTRO-AIMANTS.

Elles peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

1° Plus le fer d'un électro-aimant est gros, plus pour une même quantité de fil il acquiert de force. Cependant cet accroissement atteint une certaine limite et cette limite dépend de la grosseur du fil et du nombre de spires de l'hélice magnétisante.

2° La masse du fer est moins nécessaire au développement de l'électricité que la surface sur laquelle est enroulée l'hélice magnétisante. Ainsi on peut faire les électro-aimants creux, quand leur diamètre est assez considérable pour qu'il y ait dans cette construction économie et avantage de légèreté. Toutefois l'épaisseur du fer doit toujours être assez considérable et ne jamais être moindre que le quart du rayon du cylindre; elle doit du reste varier suivant la force électrique qui doit agir sur l'électro-aimant. (1)

3° La longueur du fer d'un électro-aimant pour une même quantité de fil n'a d'influence sensible que pour les électro-aimants droits. Ceux à deux branches ont leur force indépendante de cette longueur du moins pour les dimensions ordinaires; s'ils sont d'une longueur et d'une brièveté démesurées il y a diminution dans la force. Ceci s'applique

(1) Voir le mémoire de M. Liais à ce sujet, 2e vol. de la Société des Sciences naturelles de Cherbourg, page 201; et mon mémoire sur le Magnétisme statique et dynamique, page 51.

principalement à la force portante, car pour la force aspirante il paraîtrait que les électro-aimants à branches un peu longues auraient l'avantage (1).

4° L'accroissement de la force électrique n'a pas, eu égard à la force magnétique développée, une action proportionnelle au nombre d'éléments dont la pile est augmentée. Cet accroissement de force magnétique pour chaque élément ajouté à la pile diminue progressivement et il arrive un moment où il est à peu près insignifiant (2). Les lois de cet accroissement varient suivant la résistance et la longueur du circuit. Quand l'hélice est courte et composée de gros fil, la limite est atteinte promptement. Quand au contraire l'hélice est très longue et composée de fil fin, cette limite est considérablement reculée.

5° La grosseur du fil de l'hélice magnétisante, pour donner à l'électro-aimant le plus de force dont il est susceptible, doit varier, non seulement comme nous venons de le dire, mais encore suivant la nature de cette pile et la composition du circuit. (Voir mon mémoire sur cette question, page 168, Mémoires de la Société impériale des Sciences naturelles de Cherbourg, 1er volume). Si la pile est faible ou donne une petite quantité d'électricité comme la pile à sable, la pile de Daniell, la pile Bagration, etc, il faut employer du fil fin. (Le n° 16 du commerce recouvert de soie est celui qui en général convient le mieux). Si au contraire la pile fournit beaucoup d'électricité comme celles de Bunsen, de Grove, Wolaston, etc, il faut du gros fil. Il en est de même par rapport aux dérivations qui peuvent être faites sur le même circuit. Ainsi en admettant que l'on veuille faire agir deux

(1) Voir le mémoire de M. Nicklès, Comptes-rendus de l'Institut, année 1852.

(2) Voir le mémoire de M. Poggendorff. Institut p. 126. année 1852. et le mien, déjà cité.

électro-aimants à la fois avec une même énergie, et que ces électro-aimants greffés sur le même circuit soient placés à une grande distance l'un de l'autre, l'un près de la pile, l'autre à 20 kilomètres je suppose; il faudra évidemment que la longueur et la finesse du fil du 1er électro-aimant soient plus grandes que celles du second, sans quoi le courant prenant le chemin le plus court qui lui offrirait le moins de résistance passerait presqu'entièrement par celui des électro-aimants le plus rapproché de la pile.

6° Celles des réactions statiques des aimants qui sont indépendantes des effets d'attraction que l'on veut produire, étant nuisibles à ces effets puisqu'elles paralysent, comme je l'ai démontré, la circulation du courant magnétique, devront être soigneusement évitées. Par conséquent le fil qu'on devra employer pour l'hélice devra toujours être de métal non magnétique, ainsi que les bobines sur lesquelles ce fil est enroulé. Les corps magnétiques étrangers aux effets que l'on veut produire devront, par la même raison, être éloignés le plus possible de l'électro-aimant, si on ne peut les éviter dans la construction des appareils (1).

7° La circulation du courant dans l'hélice d'un électro-aimant faisant subir aux molécules du fer une espèce de trempe magnétique qui provoque entre elles une série de réactions statiques, il arrive qu'un électro-aimant qui a été excité par une force électrique supérieure à celle qui doit être employée à l'état normal perd de la force qu'il aurait eue sans cet essai préalable. C'est par la même raison qu'un électro-aimant qui n'a pas encore servi est plus énergique la première fois qu'on le fait agir que les autres fois, quoique la force employée ait été toujours la même (2). La conclusion

(1) Voir mon mémoire sur les Effets statiques et dynamiques des aimants. Mémoire de la Société impériale des Sciences naturelles de Cherbourg, 1er vol. page 152.

(2) Voir mon mémoire sur ce sujet. Même ouvrage page 121

de ce principe est donc qu'il ne faut jamais essayer un électro-aimant avec une force électrique supérieure à celle qui doit être employée.

8° Le magnétisme *remanent*, c'est-à-dire l'aimantation qui subsiste dans le fer après la cessation d'action du courant, peut être en partie évité : 1° par l'écrouissage du fer de l'électro-aimant, ou mieux encore en le fabriquant de toutes pièces avec des fils de fer fortement et longuement martelés à la température du rouge blanc et refroidis à une température très douce (1) ; 2° par l'introduction sur les pôles de l'électro-aimant d'une petite cheville de cuivre, ou bien encore par une petite vis de rappel adaptée à l'armature de cet électro-aimant qui empêche le contact des deux métaux magnétiques. Ce dernier moyen est préférable, car le magnétisme remanent croissant avec la force électrique dans un rapport plus grand que cette force, il est important de pouvoir régler l'écartement des armatures, comme on règle la force du ressort antagoniste quand on veut profiter de toute l'énergie des électro-aimants (2).

9° En outre des conditions précédentes, la force des électro-aimants varie avec la masse de leur armature et la manière dont celle-ci est exposée à l'action inductive (3). Dans le premier cas, elle croît avec la masse de l'armature jusqu'à une certaine limite qui est au-dessous de celle du fer de l'électro-aimant. Dans le second, elle se trouve sensiblement augmentée quand l'armature est posée de champ. M. Liais, à qui j'avais communiqué ces résultats, a fait des recherches pour apprécier mathématiquement les

(1) M. Froment a construit des fers réellement excellents dans ce but.

(2) M. Paul Garnier a fait à ce sujet des expériences très curieuses.

(3) Voir mes expériences à ce sujet dans mon mémoire sur les électro-moteurs.

lois de cet accroissement de force et il est arrivé à conclure que pour des armatures de même longueur les poids supportés croissent comme la racine cubique de la surface exposée à l'induction (la troisième dimension de l'armature restant constante), tandis qu'ils croissent comme la racine carrée de cette troisième dimension, si on la fait varier en rendant constante la surface exposée à l'induction.

10° L'action des électro-aimants sur le fer ne se manifeste pas seulement au contact, elle s'exerce encore à distance à travers même les corps les plus durs. Mais leur énergie diminue dans un rapport considérable avec cette distance. On avait supposé que cette décroissance était dans le rapport du carré de la distance, mais c'est une erreur. Dans le premier instant de la séparation du fer de son point de contact avec l'aimant, cette décroissance dépasse peut-être la troisième puissance de la distance, puis peu à peu cette progression s'affaiblit, et le rapport finit par être proportionnel à la simple distance.

11° L'action attractive d'un électro-aimant a toujours pour effet de faire coïncider la ligne médiane de l'armature avec sa ligne axiale propre. Il en résulte qu'en présentant de côté une armature à un électro-aimant, cette armature se trouve non seulement attirée de la quantité dont on l'aura éloignée des bords de l'électro-aimant, mais qu'elle continue encore d'être attirée jusqu'à ce que sa ligne médiane vienne coïncider avec la ligne axiale de l'électro-aimant. On gagne à cette disposition une course considérable pour l'armature, course qu'on peut rendre aussi grande que l'on veut en augmentant la surface des pôles de l'électro-aimant et la largeur des armatures.

DIFFÉRENTES FORMES DES ÉLECTRO-AIMANTS.

Les électro-aimants peuvent se diviser en deux grandes

catégories : les électro-aimants *droits* et les électro-aimants *recourbés*.

La forme la plus simple des premiers est un cylindre de fer sur lequel on a enroulé le fil métallique isolé à travers lequel doit circuler le courant et qui constitue ce que l'on a appelé *l'hélice magnétisante*.

Les seconds réduits à leur plus simple expression ne sont autre chose que les premiers que l'on a recourbés en fer à cheval, et qui présentent par conséquent leurs deux pôles d'un même côté.

Si l'on se pénètre de cette simple origine de tous les électro-aimants quelqu'ils soient, on pourra comprendre que les dénominations *lignes axiales des électro-aimants*, *lignes équatoriales*, appropriées, la première à la ligne des deux pôles, la seconde à celle qui lui est perpendiculaire (par analogie avec le globe terrestre considéré comme aimant), pourront être appliquées à tous les électro-aimants pour désigner une direction par rapport à eux.

ÉLECTRO-AIMANTS DROITS.

Les électro-aimants droits dans leur forme primitive peuvent, comme on le comprend aisément, être cylindriques carrés, plats, ellipsoïdiques, etc., etc., et avoir toujours les mêmes propriétés. Ils pourront encore être revêtus d'une bobine de cuivre ou de bois sur laquelle sera enroulée l'hélice ou porter deux virolles à leurs extrémités afin de maintenir les spires de cette hélice qui sera directement enroulée sur eux, sans que les conditions que nous avons énumérées soient changées. De plus leurs pôles se reportant toujours aux deux extrémités du plus grand diamètre du fer, les bouts de celui-ci pourront excéder ou affleurer les extrémités de l'hélice ou bien encore rentrer au-dedans de cette hélice;

ils pourront être taillées rectangulairement ou en biseau, en creux ou en pointe, etc. ; enfin ils pourront être déviés de la ligne axiale et contournés sans que les conditions magnétiques changent.

La forme en biseau est particulièrement affectée aux électro-aimants employés pour l'aimantation des barreaux aimantés par le procédé de la double touche. La manipulation en est beaucoup facile. (Voir fig. 2.)

La forme en pointe est destinée aux électro-aimants d'expérimentation qui doivent produire une action polaire concentrée. (Voir fig. 5.)

Au contraire, la forme creuse disperse l'action polaire et l'étend sur une plus grande surface. Il en est de même des électro-aimants dont les extrémités sont garnies de rondelles de fer. (Voir fig. 3 et 4.)

Il va sans dire que toutes ces formes peuvent également se prêter à la disposition des électro-aimants sur les appareils. Ainsi dans les électro-moteurs à mouvement direct où plusieurs électro-aimants sont étagés parallèlement les uns au-dessus des autres aux deux extrémités diamétrales de la roue portant les armatures, les extrémités polaires de ces électro-aimants devront être taillées de manière à correspondre à la circonférence de la roue.

La fig. 6 est la forme qui a été adoptée par M. Bonelli, pour ses métiers à la Jacquart électro-magnétiques. Elle a l'avantage que l'armature entrant dans la bobine devient elle même un aimant et se trouve attirée avec plus de force. D'un autre côté, il s'ajoute à cette action celle des courants parallèles qui est déjà par elle-même très efficace, puisque j'ai pu faire fonctionner un moteur en l'employant uniquement. Dans une attraction ordinaire à effet simple, c'est donc la disposition la plus avantageuse. Il va sans dire qu'on peut l'appliquer avec autant d'avantages aux électro-aimants doubles. (Voir fig. 23.)

La fig. 7 représente un électro-aimant dont les extrémités sont taillées en palette et ressortent considérablement de l'hélice magnétisante. Il peut servir d'armature dans les appareils à électro-aimants recourbés dont l'armature doit être *fortement aimantée*. Employé dans ce but, il offre des avantages incontestables sur les électro-aimants à deux branches, car il est beaucoup plus léger et occupe beaucoup moins de place.

Souvent, dans les électro-aimants droits qui servent au développement de l'électricité d'induction, on emploie à la place du cylindre de fer un faisceau de fils du même métal réunis à leurs extrémités par des viroles de fer doux. Sans doute la force magnétique de pareils électro-aimants est moins grande que celle des cylindres d'une seule pièce, mais ils ont l'avantage de réagir beaucoup plus énergiquement par induction. La machine de Rumkorff offre un exemple de l'emploi de ces sortes d'électro-aimants. Pour la même raison on emploie des cylindres de fer blanc dans les appareils à commotions.

Électro-aimants recourbés.

L'hélice que porte l'électro-aimant droit peut être divisée en deux, sans que son action magnétisante en soit altérée. Il en résulte donc qu'en recourbant préalablement un cylindre de fer et en adaptant à ses deux extrémités deux hélices *enroulées dans le même sens,* l'une par rapport à l'autre, on aura un électro-aimant à deux branches qui ne sera pourtant qu'un électro-aimant semblable aux précédents, mais qui aura été recourbé. (Voir fig. 8.)

On conçoit qu'en remplaçant le cylindre de fer recourbé par deux cylindres de fer réunis rectangulairement par une traverse du même métal, on doit obtenir le même effet, puisque

l'ensemble de ces pièces unies par le contact présente les les mêmes conditions magnétiques que si le fer était d'un seul morceau. Pourtant l'expérience prouve que ce genre d'électro-aimants est moins fort que les électro-aimants en fer à cheval d'une seule pièce. Ils ont en revanche l'avantage d'être d'un ajustement plus facile et d'une disposition plus commode dans les différents appareils où ils doivent entrer. Aussi sont-ils toujours préférés et n'emploie-t-on les électro-aimants en fer à cheval que dans les expériences qui nécessitent une force considérable.

La fig. 9 représente un électro-aimant de ce genre dont les deux branches portent des bobines de cuivre sur lesquelles sont enroulées les hélices magnétisantes. Ces bobines se terminent par deux rondelles destinées à arrêter le fil; mais du côté de la traverse de fer, le canon de la bobine dépasse la rondelle de manière à laisser vide un petit espace par lequel sortent les deux extrémités du fil de l'hélice. C'est par deux trous pratiqués dans la rondelle inférieure que passent ces deux bouts du fil; mais il faut avoir soin de recouvrir le fil en ces endroits de matière isolante soit de gutta-percha chauffée, soit de toile cirée, etc., afin qu'il n'y ait point contact entre lui et le cuivre de la bobine, ce qui entraînerait une déperdition considérable du courant.

La communication des deux hélices peut se faire soit directement de l'une à l'autre par les deux extrémités correspondantes de chaque hélice, soit par le fer de l'électro-aimant lui-même. Dans ce dernier cas une des extrémités de chaque hélice est soudée ou rivée sur le canon de la bobine, tandis que les deux autres bouts sont en rapport avec le circuit; mais ce genre de communication exige une plus grande perfection dans l'isolement du fil, de sorte qu'en général l'autre moyen est préférable.

Les bobines de cuivre, disposées comme nous venons de le

dire sur les électro-aimants, ont cela d'agréable qu'il suffit de les assujettir sur un rouet pour les enrouler, tandis que, quand le fil doit être enroulé directement sur le fer avec deux rondelles de retien, il faut que les branches de fer de l'électro-aimant puissent être dévissées à volonté de dessus leur traverse commune, ce qui est une difficulté dans la pratique. Pourtant l'électro-aimant gagne de la force à cette disposition. Quelques constructeurs, pour obtenir avec les bobines les avantages fournis par ce dernier système, fendent leur canon de grandes rainures longitudinales.

Du reste, qu'on se serve ou nom de bobines, il est bon que les pôles de l'électro-aimant ressortent un peu des rondelles supérieures.

La fig. 10 montre un électro-aimant dont l'hélice est enroulée directement sur le fer sans rondelles de retien; alors les différents rangs des spires se superposent en retrogradant de manière à former deux cônes tronqués opposés par leur base. Ces sortes d'électro-aimants sont particulièrement employés dans les machines de Clarke pour favoriser les effets de l'induction.

La fig. 12 est la coupe longitudinale d'un électro-aimant à branches creuses et à rondelles de fer. Le fil est enroulé entre la traverse commune et la rondelle qui forme l'épanouissement des pôles. Ces électro-aimants présentant un large diamètre de pôles sont surtout favorables à l'attraction équatoriale, lorsque celle-ci doit s'exercer sur des armatures larges dont la ligne médiane peut coïncider avec la ligne axiale de l'électro-aimant. Je les ai employés pour un électro-moteur construit sur ce principe, et, comme leurs pôles avaient 16 centimètres de diamètre et que les armatures en avaient 10, j'obtenais une course attractive de 14 centimètres.

Il arrive souvent (dans certains genres de compteurs par

exemple) qu'on est dans la nécessité d'employer comme support d'un mécanisme sur lequel l'électro-aimant doit réagir, l'une des deux branches de cet électro-aimant. Celui-ci ne possède alors qu'une seule bobine : eh bien! chose assez extraordinaire en apparence, la déperdition de force qu'il subit est peu sensible. Sans doute l'action du pôle sans bobine est moins énergique que celle de l'autre, en la prenant isolément; mais, par rapport à l'armature qui leur est commune, l'effet attractif ne perd pas beaucoup, surtout quand le fil est fin. J'ai fait construire des électro-aimants de ce genre dans mon anémographe électrique; la fig. 11 en est la représentation.

En rapprochant très près l'une de l'autre les deux branches d'un pareil électro-aimant, et en recourbant la branche libre, comme l'indique la fig. 13, on peut obtenir l'un à côté de l'autre les deux pôles de l'électro-aimant et faire réagir par conséquent ces deux pôles à la fois sur une armature prise en bout et de très minime étendue. Ce moyen a été employé par M. Bonelli dans ses métiers de tissage électro-magnétiques.

Une disposition analogue et prise dans le même but a été adoptée par M. Morse pour les électro-aimants à deux bobines de son télégraphe, seulement les branches de cet électro-aimant sont toutes les deux recourbées. (Voir la fig. 17.)

Si l'on suppose soudée à la rondelle de fer d'un électro-aimant droit une chemise cylindrique de fer doux, qui enveloppera la bobine, on concevra que ce cylindre partageant le magnétisme de la rondelle présentera un pôle de même nom à son extrémité libre; on aura donc ainsi à l'une des extrémités de l'électro-aimant un pôle circulaire au centre duquel se trouvera l'autre pôle. Un pareil système peut donc être employé concurremment avec les deux précédents pour l'attraction des armatures se présentant en bout. (Voir fig. 15.) Il en sera de même de l'électro-aimant à trois pôles, re-

présenté, fig. 14, et qui peut être considéré comme une fraction du précédent.

Si l'on adapte à un électro-aimant droit qui sera creux et à rondelles de fer, comme celui de la fig. 4, deux chemises cylindriques de fer doux, laissant entre elles vers le milieu de l'électro-aimant, une petite rainure vide; on obtiendra un électro-aimant circulaire ayant un pôle différent sur chacune des deux chemises de fer qui le recouvrent, et agissant par conséquent par ses deux pôles à la fois sur une armature longitudinale ou circulaire sur laquelle il sera appuyé. De plus, en faisant traverser l'axe creux de cet électro-aimant par un axe quelconque non magnétique, on obtient une véritable roue parfaitement aimantée, et qui pourrait exercer une grande force d'adhérence sur une barre de fer ou un rail sur laquelle on la ferait rouler. Ce système avait été proposé par M. Nicklès pour l'aimantation des roues des locomotives sur les chemins de fer, et comme électro-transmetteur de mouvement pour suppléer les engrenages. (Voir fig. 16 et 24.)

En recourbant à angle droit la traverse sur laquelle sont fixées les deux branches d'un électro-aimant recourbé, on peut faire en sorte de placer l'un vis à vis de l'autre, comme dans la fig. 18, les deux pôles contraires. De plus en coupant cette traverse en deux, et faisant glisser les deux parties libres dans une coulisse pratiquée sur une planche de fer doux, on peut régler à volonté l'écart de ces deux pôles. Tel est l'appareil de Faradey, à l'aide duquel on peut étudier les phénomènes du diamagnétisme et de la polarisation de la lumière sous l'inflence du magnétisme.

Quand on veut faire osciller une armature entre les deux pôles d'un électro-aimant, ce qui suppose généralement l'emploi d'armatures aimantées, trois moyens peuvent être employées : ou les pôles de l'électro-aimant ressortant des bobines se recourbent parallèlement à la ligne axiale et se

présentent l'un vis à vis de l'autre à une distance aussi petite qu'on le veut; ou les deux branches sont suffisamment rapprochées pour que l'oscillation puisse se faire dans le sens équatorial entre ces branches; ou enfin les branches de l'électro-aimant sont elles-mêmes inclinées pour que les pôles soient plus rapprochés l'un de l'autre. Ce dernier système a été employé par M. Breguet dans ses télégraphes silencieux; il a l'avantage sur les autres de ne pas exiger un trop grand allongement des branches, ce qui nuit toujours un peu à la force développée, et d'exercer sur l'armature une attraction directe qui est toujours plus puissante que l'attraction latérale. La fig. 20 représente ce système. Nous parlerons prochainement d'une autre combinaison pour des attractions de ce genre qui doivent s'effectuer à une distance plus grande, et sans qu'il y ait d'effet mécanique à produire.

M. Siemens, de Berlin, cherchant à détruire autant que possible le magnétisme rémanant dans ses fers d'électro-aimant, a construit leurs branches de forme ovoïde, et a pratiqué, dans chacune d'elles, des fentes longitudinales destinées, suivant lui, à couper le courant magnétique. Je ne sais jusqu'à quel point ce moyen lui a réussi; mais ce qui est certain, c'est que les électro-aimants simples, de M. Froment, sont infiniment meilleurs, puisque ces appareils marchent avec une précision et une vitesse que jamais n'ont eues les appareils de M. Siemens.

Les électro-aimants à pôles multiples, représentés fig. 19, ont été employés souvent par M. Froment dans ses grands électro-moteurs; ils consistent dans une barre de fer portant 8, 10, 12, etc. cylindres de fer sur lesquels sont adaptées les hélices magnétisantes. La distribution du magnétisme se fait d'une manière particulière : toutes les branches pairs ont toutes le même pôle et les branches impairs possèdent l'autre pôle; il en résulte qu'un quelconque de ces pôles se

trouve toujours entre deux pôles de même nom, comme dans les électro-aimants à trois pôles dont nous avons parlé. Ces sortes d'électro-aimants ont une grande force et ont l'avantage de réagir sur une très grande longueur d'armature. Ils sont donc précieux pour les électro-moteurs.

DES ARMATURES

1° Disposition des armatures.

Les armatures des électro-aimants, soit barreaux aimantés soit aimants temporaires ou simplement palettes de fer doux, peuvent être disposées par rapport aux électro-aimants qui doivent avoir action sur elles de plusieurs manières : articulées sur les deux bobines des électro-aimants ou dans leur voisinage, comme dans la fig. 26, le mouvement décrit par elles s'effectue parallèlement à la ligne axiale des électro-aimants mais perpendiculairement à la ligne équatoriale, par conséquent l'action des deux pôles sur le fer est égale de part et d'autre; articulées par l'une de leurs extrémités, comme dans la fig. 25, le mouvement s'effectue angulairement par rapport à la ligne axiale et, par conséquent, l'action des deux pôles sur le fer est inégale, mais très efficace puisque l'un des pôles agit presqu'au contact ; enfin, articulées entre les pôles de l'électro-aimant par l'intermédiaire d'un pivot parallèle aux branches de celui-ci, comme dans la fig. 29, leur mouvement est basculant dans le sens équatorial ; par conséquent, l'action attractive est latérale. Ce système a été employé par M. Siemens dans son télégraphe électrique à mouvement syncronique.

Ces différents systèmes de disposition de l'armature que nous venons de passer en revue s'appliquent seulement à l'action directe, soit normale, soit latérale des électro-aimants;

mais quand on veut exercer la force de ceux-ci à l'égard de leurs armatures par les réactions réciproques des résultantes magnétiques, la disposition des armatures est un peu différente et peut être modifiée de trois manières. 1° On peut les disposer à plat par rapport aux pôles des électro-aimants en les fixant à l'extrémité d'un levier articulé en dehors de l'électro-aimant et se mouvant dans le sens de la ligne équatoriale perpendiculairement à la ligne axiale. L'armature étant alors placée à un millimètre environ des bords polaires de l'électro-aimant se trouve entraînée au-dessus des pôles de celui-ci jusqu'à ce que sa ligne médiane coïncide avec la ligne axiale de l'électro-aimant. C'est, comme je l'ai déjà dit, le moyen d'obtenir une très grande course de la part des armatures, mais quand on emploie une grande force électrique on court risque de faire ployer les supports, car cette action attractive s'opère sous l'influence même de l'attraction normale qui est la plus forte. La fig. 30 représente cette disposition. La seconde manière de disposer les armatures pour obtenir la même réaction magnétique est de les faire basculer dans le plan de la ligne axiale au-dessus des pôles de l'électro-aimant dont on a épanoui les bords au moyen d'une rondelle de fer doux, comme on le voit dans la fig. 29. Enfin le troisième système de disposition des armatures dans le cas qui nous occupe est de faire basculer l'armature entre les pôles de l'électro-aimant dont les bords auront été également épanouis et qu'on aura échancrés de manière à ce que l'armature puisse pivoter librement tout en subissant l'action magnétique sur l'étendue de près d'une demi-circonférence. (Voir la fig. 31). Ce dernier système est évidemment le meilleur, car la force normale des pôles de l'électro-aimant qui est en dehors de l'action que l'on cherche à obtenir, réagit dans ce cas aux deux extrémités de l'armature et dans un sens contraire. Elle n'exerce donc pas d'effet nuisible ni sur

le système du pivotage ni sur la flexion de l'armature ou des pièces qui la supportent, comme cela arrive dans les deux systèmes qui précèdent.

Un avantage immense qui résulte de l'emploi de ce mode d'action électro-magnétique, en outre de la plus grande course que l'on obtient, c'est que l'armature étant placée à une très petite distance des bords polaires de l'électro-aimant, l'action magnétique directe qui est la plus forte (1) réagit dès le premier moment de la course de l'armature. Or, c'est précisément le cas inverse des autres systèmes d'attraction et l'on peut comprendre dès lors, combien dans beaucoup de cas, cette propriété est précieuse.

Dans ces différents systèmes d'articulation des armatures, il faut autant que possible que le pivotage s'effectue sur pointes, ce qui est facile à obtenir puisqu'il suffit pour cela d'adapter aux paliers des supports, des vis de pression à pointe. Quelquefois cependant on peut substituer avec avantage aux articulations des lames de ressort, et ces lames remplissent en même temps la fonction du ressort antagoniste comme on peut en juger par la fig. 27. Ce système est surtout préférable quand il s'agit d'une vibration à produire de la part de l'armature comme dans l'interrupteur de De Larive que M. Mirand a utilisé avec bonheur aux sonneries électriques et aux appareils électro-médicaux. On conçoit en effet que l'élasticité de la lame amplifie encore l'effet de la vibration.

2° Ressorts antagonistes.

Quand on ne veut employer que l'action seule d'un électro-

(1) L'expérience prouve en effet que la force électro-magnétique est plus forte sur les bords des pôles de l'électro-aimant qu'au centre. Il suffit pour s'en convaincre de suspendre à un fil un morceau de fer, et de l'exposer normalement au-dessus des centres polaires. On voit alors le fer dévier de la verticale et se porter vers les bords.

aimant sur une armature de fer doux, on comprend qu'il est nécessaire d'avoir une force antagoniste à opposer à celle de l'aimant, pour que l'armature après avoir été attirée puisse se relever et revenir à sa position primitive. Cette force peut être produite de différentes manières, soit par des ressorts, soit par le simple effet de la pesanteur, mais quelque soit le moyen employé, le point important est de pouvoir régler la tension ainsi exercée.

Le moyen le plus ordinaire est l'emploi de ressorts à boudin en cuivre jaune, que l'on attache d'un côté à l'armature et que l'on fixe du côté opposé à un fil qui s'enroule sur un petit treuil. En tournant ce petit treuil, soit d'un côté soit de l'autre, on tend ou on détend le ressort. Ce moyen peut être employé dans presque tous les cas ; cependant, comme le ressort présente une grande élasticité, il vaut mieux, quand l'appareil doit éprouver une certaine trépidation, avoir recours aux effets de la pesanteur qui ne présentent jamais cet inconvénient. (Les fig. **25**, **29** et **30** offrent un exemple de ce genre de ressorts.)

Pour obtenir que la pesanteur agisse comme force antagoniste, rien de plus facile. Vous prolongez l'armature au-delà des points de son articulation, ou bien vous y adaptez un bras de levier plus ou moins long, et vous faites courir sur ce bras de levier un contrepoids assez fort pour équilibrer le poids de l'armature. Que l'électro-aimant agisse de bas en haut ou de haut en bas, ce moyen peut toujours convenir, et l'on règle, en avançant ou en reculant le contrepoids qui est muni à cet effet d'une vis de pression, la force antagoniste que l'on juge nécessaire.

La fig. 28 représente un système de ce genre, et de plus une combinaison à l'aide de laquelle l'effet antagoniste ne réagit sur l'armature que par l'intermédiaire d'un levier. Cette combinaison a deux grands avantages, d'abord celui

d'économiser la place dans les appareils, et en second lieu de fournir une action considérable avec un très petit contre-poids; ce qui est facile à comprendre puisque le bras de levier de la bascule qui réagit sur l'armature peut être très court. M. Paul Garnier emploie toujours ce système dans ses horloges électriques.

Enfin, comme troisième moyen, on peut employer les lames de ressort, que l'on place sous l'armature au point où elle doit être soulevée; mais comme ils ne peuvent être réglés facilement, on ne les emploie que dans les cas assez rares, où l'on veut seulement détacher l'armature de l'électro-aimant; par exemple, dans les appareils où l'armature n'intervient que pour maintenir une détente.

Il est pourtant certaines occasions où ces lames employées comme ressorts antagonistes sont d'une grande ressource et peuvent être réglées comme les ressorts-boudin. C'est quand il s'agit de produire un effet antagoniste à un mouvement circulaire, par exemple, quand on veut rappeler à sa position primitive une armature qui aura décrit un arc de cercle. Alors on emploie les spirales de l'horlogerie, c'est-à-dire de petites lames de ressort roulées en spirale que l'on fixe d'un côté à l'armature ou sur son pivot, et de l'autre, sur une partie rigide; il devient ensuite facile avec les boutons à raquettes de régler la force de ce ressort comme on le fait, du reste, pour le spirale des balanciers de montre. Ce genre de ressorts a été employé par M. Wheare pour ses horloges électriques à balancier circulaire marchant sous l'influence de piles sèches, par M. Bain, dans ses cadres galvanométriques à inflexion, et par moi, dans mon système d'électro-aimants, représentés fig. 31, etc.

Une armature aimantée ayant deux pôles permanents, peut, suivant que l'électro-aimant qui lui correspond est aimanté dans un sens ou dans l'autre, être attirée ou repous-

sée. Pour cela, il suffit d'un changement dans le sens du courant à travers le fil de l'électro-aimant, ce que l'on fait au moyen d'un commutateur à renversement de pôles. D'après cela, on peut, comme il est facile de le comprendre, éviter par ce moyen l'emploi du ressort antagoniste, et obtenir de la part de l'armature, si elle est disposée verticalement de haut en bas, trois positions différentes : une par attraction, une autre par son propre poids qui correspond à la cessation du courant, enfin, une autre par répulsion. On peut même faire en sorte que l'une ou l'autre des trois positions soit maintenue après la cessation de la circulation du courant, soit par l'adhérence magnétique de l'aimant contre le fer où le magnétisme rémanent de celui-ci, soit par l'addition d'une pièce de fer dans le voisinage des deux autres positions. Le moyen qui a le mieux réussi à M. Mirand, qui a construit un appareil dans ce système, a été de faire butter l'armature aimant contre le fil de l'électro-aimant et de la placer entre les deux branches de celui-ci. Le magnétisme rémanent seul suffisait alors pour la maintenir inclinée dans un sens ou dans l'autre après la cessation d'action du courant, mais ne l'empêchait pas, comme cela arrive dans un contact plus direct, de se trouver sollicitée à agir dans un sens opposé quand l'électro-aimant devenait actif.

Avec ce système qui convient surtout aux appareils qui demandent une grande course, mais n'exigent pas de force sensible, l'action est double puisque les deux fils de l'électro-aimant agissent dans le même sens sur le barreau aimant; mais on conçoit qu'avec un électro-aimant droit ou à une seule branche, le même effet peut être produit aussi bien encore qu'en employant deux électro-aimants placés l'un vis-à-vis l'autre par leurs pôles opposés.

3° Buttoirs d'arrêt.

Pour limiter l'écart de l'armature d'un électro-aimant on

est obligé de placer en arrière un buttoir d'arrêt, c'est-à-dire une cheville métallique contre laquelle cette armature vient appuyer quand elle est sous la seule influence du ressort antagoniste. Mais comme cet écart doit être réglé, on préfère employer comme buttoir une vis de rappel qu'il suffit de tourner plus ou moins pour rendre l'écart plus ou moins grand.

Dans les appareils à vibration ordinaire comme l'interrupteur de De Larive et les appareils à détente, ces buttoirs rigides peuvent être remplacés avantageusement par des lames de ressorts dont l'élasticité contribue à entretenir la vibration et à atténuer le choc. C'est un buttoir de ce genre que M. Mirand a adapté à ses sonneries électriques.

Les buttoirs jouent un grand rôle dans les relais puisque ce sont eux qui établissent par leur contact métallique avec l'armature les communications électriques qui sont nécessaires.

4° Forme des armatures.

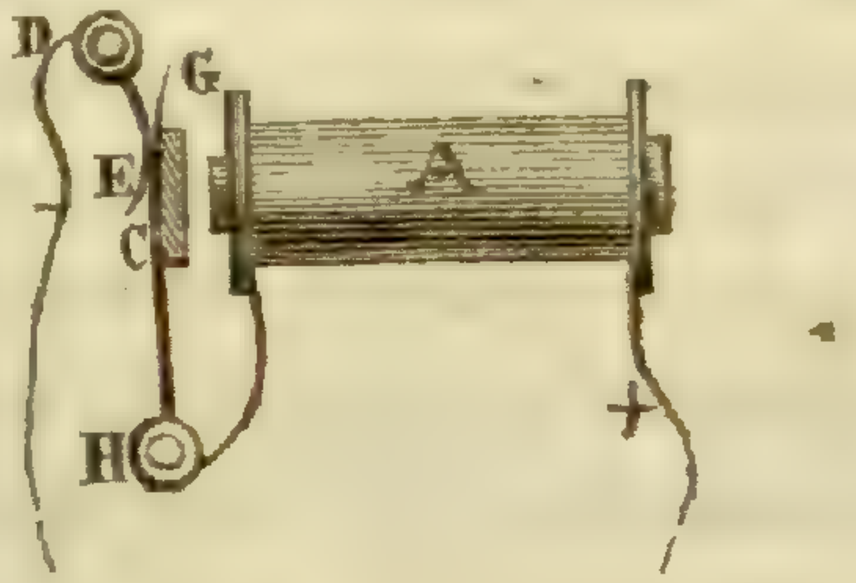
Nous avons vu que les armatures posées de champ sur les pôles de l'électro-aimant étaient attirées avec plus de force que posées dans l'autre sens. Il faut donc dans les différentes dispositions qu'on donne aux armatures combiner leur forme pour satisfaire à ce principe. Dans les cas ordinaires rien n'est plus facile, mais quand on veut employer d'autres armatures montées dans le système de la fig. 26, il faut qu'elles soient formées de deux pièces, d'un support en cuivre qui est articulé comme il a été dit et d'une armature fixée en croix à l'extrémité de ce support; celle-ci alors peut se présenter de champ et réunir les conditions avantageuses que nous avons signalées.

Pourtant dans certains cas la disposition sur champ des

armatures devient si dispendieuse de main d'œuvre qu'il vaut mieux employer les palettes de fer ordinaires.

Nous avons donné au commencement de ce travail les lois de l'attraction des électro-aimants par rapport aux dimensions des armatures, mais pour parler un langage plus pratique, je dirai que ces armatures atteignent en général leur maximum de force quand leur épaisseur (qui est exposée à l'action de l'électro-aimant) est environ le tiers de leur largeur.

Les armatures peuvent être longues, carrées, rondes, oblongues, etc., sans qu'il y ait une différence bien sensible dans leur effet d'attraction, pourvu toutefois que leur masse soit suffisante pour correspondre à l'électro-aimant. Mais comme il arrive souvent que cette masse est nuisible, en raison de sa force d'inertie, à l'effet mécanique que l'on se propose, il en résulte qu'on doit quelquefois sacrifier les bénéfices de la force à l'action plus vive et plus prompte de l'appareil. C'est pourquoi dans les télégraphes de Morse les armatures consistent uniquement dans un petit disque de fer doux. C'est pourquoi encore dans les appareils à commotions on emploie ordinairement un petit morceau de fer carré soudé à l'extrémité d'un ressort.



Il faut donc avant tout, dans le choix que l'on fait de la forme des armatures, considérer le but qu'on se propose; si c'est la force qu'on recherche, employez des armatures

lourdes; si c'est la vitesse d'action, employez des armatures légères.

Quant par la disposition adaptée fig. 29 l'armature doit s'enfoncer dans les bobines même de l'électro-aimant, elle constitue un véritable fer d'électro-aimant qui se meut à la manière des pistons des machines à vapeur. Dans ce cas, elle se compose donc de deux cylindres de fer (du calibre des bobines) réunis par une traverse de même métal et forment elles-mêmes un électro-aimant double (1). D'autres fois les armatures sont constituées par des électro-aimants droits ou recourbés, armés de toutes pièces (fig. 7). D'autres fois encore elles sont remplacées par des cylindres de fer qui se présentent à l'action de l'électro-aimant par le bout; nous avons vu (fig. 13) quelle forme il convenait alors de donner aux électro-aimants. Enfin il arrive qu'elles sont formées elles-mêmes par un cylindre de fer, quand on les emploie comme électro-transmetteurs de mouvement, comme dans la fig. 24.

AUTRES MOYENS D'OBTENIR DES EFFETS D'ATTRACTION TEMPORAIRE.

Toutes les réactions magnétiques des courants peuvent être utilisées dans un but mécanique ayant pour cause un mouvement d'attraction temporaire. Ainsi les réactions réciproques des courants parallèles ou angulaires, les réactions des courants sur les aimants pourraient au besoin être substituées à celles des électro-aimants. Mais comme elles nécessitent une force électrique considérable, comme leur effet est moins énergique, c'est toujours aux électro-aimants qu'on donne la préférence.

(1) La machine électro-motrice de Bourbouze offre un exemple de ce système d'électro-aimants.

Pourtant dans certaines circonstances on emploie avec avantages les réactions réciproques des courants parallèles dans les bobines magnétiques et la réaction des courants sur les aimants persistants dans les cadres galvanométriques infléchis ou rigides. Nous ne nous occuperons que de ces deux systèmes qui, jusqu'à présent, sont les seuls qui aient été employés dans les applications de l'électricité.

Bobines magnétiques. — Si on fait entrer environ au tiers d'une hélice magnétisante ou d'une bobine de cuivre recouverte de cette hélice un cylindre de fer, celui-ci devient un aimant et par conséquent se trouve sillonné par un courant magnétique qui est parallèle au courant électrique et qui de plus est dirigé dans le même sens, comme le prouve la similitude des pôles de l'hélice et du fer introduit. Ces deux courants étant parallèles et leur action étant multipliée par la quantité considérable de spires de l'hélice magnétisante, il s'opère entre les deux courants une attraction qui a pour effet de faire entrer le cylindre de fer doux dans la bobine jusqu'à ce que ses deux extrémités soient symétriquement placées par rapport à celles de la bobine. C'est cette action qui, dans quelques machines, entr'autres dans un de mes moteurs électriques, a été utilisée comme force attractive; elle a l'avantage de fournir une grande course à la pièce mobile et de ne pas la soumettre aux caprices du magnétisme rémanent.

C'est quand le cylindre de fer est arrivé au milieu de l'hélice magnétisante que la force est la plus grande, mais on peut l'augmenter aux deux extrémités en y adaptant des rondelles de fer que l'on fixe sur les rondelles de cuivre de la bobine. De cette manière il se joint à la réaction dynamique des courants celle du cylindre mobile devenu électro-aimant sur les rondelles de fer à l'état neutre vers lesquelles il se dirige. En terminant le cylindre du côté opposé à celui

où il doit s'enfoncer dans la bobine magnétique par un épaulement, on a l'avantage de le faire agir par attraction normale sur la rondelle de fer de ce côté de la bobine, ce qui est un avantage; la fig. 21 représente la bobine magnétique que j'ai ainsi perfectionnée.

C'est dans ces sortes d'appareils d'attraction que les réactions statiques dont nous avons parlé au commencement de ce mémoire doivent être évitées avec le plus de soin, car elles suffiraient à elles seules pour détruire complètement l'effet dynamique exercé. Ainsi, avec une bobine de fer ou même avec une bobine de cuivre enroulée de fil de fer, la seule réaction statique échangée entre le cylindre mobile et le fer du canon ou du fil suffit pour paralyser complètement le courant magnétique créé dans le cylindre, et, par suite, le mouvement de celui-ci.

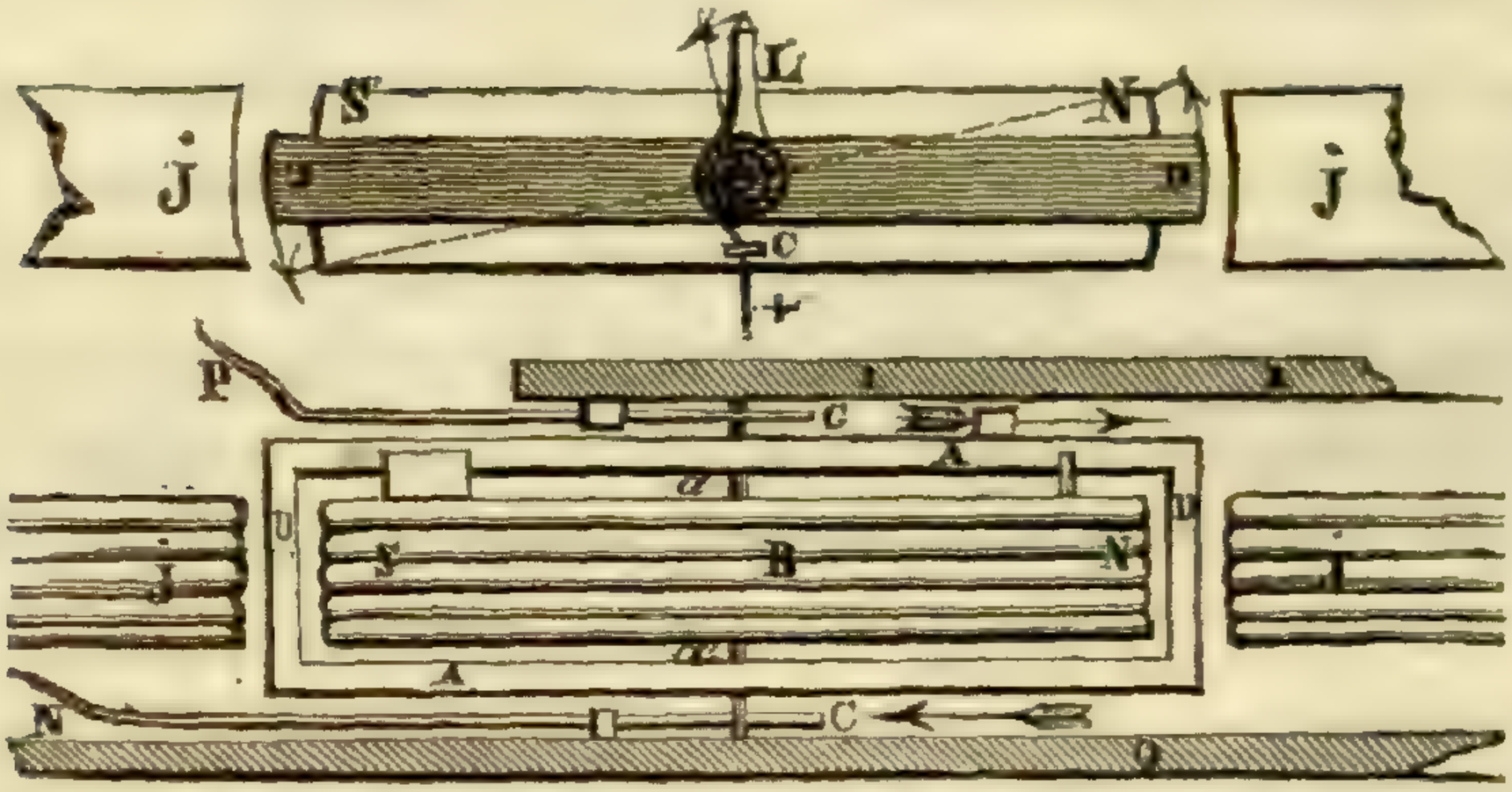
Pour augmenter la puissance d'attraction de l'hélice magnétisante, MM. Antinori et Palmieri ont proposé de la recouvrir d'une chemise de fer doux. Aucun effet magnétisant n'est à la vérité produit sur cette chemise par l'hélice, mais il s'opère une réaction dynamique entre elle et le cylindre de fer qui contribue puissamment à augmenter la force d'impulsion par laquelle celui-ci se trouve entraîné dans la bobine.

Puisque c'est aux réactions réciproques du courant électrique et du courant magnétique créé dans le fer mobile à l'intérieur de l'hélice magnétisante, qu'est due l'impulsion qui entraîne ce fer, il doit s'ensuivre qu'en remplaçant le fer par une seconde hélice dans laquelle le courant électrique circulera dans le même sens, on devra obtenir de la part de cette dernière un mouvement analogue. C'est en effet ce qui a lieu, et c'est sur ce principe que M. Siemens a construit un électro-moteur à une seule bobine qui a pu fonctionner parfaitement; seulement, afin de rendre les frottements moins

durs et éviter l'usure de la matière isolante qui recouvre le fil de l'hélice mobile, il lui a fallu envelopper celle-ci dans un cylindre métallique très mince. (Voir fig. 22.)

Cadres galvanométriques. — Les télégraphes anglais marchent sous l'influence des réactions d'un multiplicateur ou cadre galvanométrique sur un barreau aimanté, disposé comme l'aiguille astatique d'un galvanomètre; ce système n'est donc autre chose que le galvanomètre réduit à sa plus simple expression; seulement comme il ne s'agit pas alors de constater une quantité excessivement faible d'électricité, mais bien de pouvoir obtenir une indication certaine avec une force électrique très appréciable, toutes les conditions du problème se sont trouvées réduites à des conditions de force de la part du multiplicateur, c'est pourquoi on a donné à celui-ci des dimensions considérables et on l'a fait réagir sur un barreau aimanté au lieu d'une aiguille. De plus, afin que ces réactions fussent nettes et précises, on a fait pivoter le barreau entre deux supports fixés à l'intérieur du cadre galvanométrique. Ordinairement ces appareils galvanométriques sont disposés verticalement pour éviter l'action du magnétisme terrestre dans le sens de la déclinaison, laquelle action serait nuisible au fonctionnement de l'appareil.

Dans plusieurs appareils qu'il a fait construire, M. Bain a donné aux cadres galvanométriques employés comme détente une position précisément inverse. Ainsi le barreau aimanté au lieu d'être mobile, est fixe et c'est le cadre galvanométrique qui s'incline dans un sens ou dans l'autre suivant le sens du courant qui le traverse. A cet effet, il pivote sur deux pointes fixées sur l'aimant fixe.



Pour augmenter la force de ce système, M. Bain a substitué au simple barreau aimanté des cadres galvanométriques ordinaires un faisceau d'aimants dont il a pu renforcer l'action par l'addition de deux autres faisceaux placés dans leur prolongement en dehors du cadre galvanométrique.

On conçoit que disposé de cette manière le cadre galvanométrique est moins lourd à se mouvoir que le système magnétique, et c'est pourquoi M. Bain a ainsi renversé le système galvanométrique ordinaire. Remarquons toutefois, qu'en raison de sa masse, ce système ne peut convenir à des mouvements prompts. Aussi l'inventeur en l'employant n'a-t-il voulu, comme je le disais en commençant, qu'obtenir de la force.

TRANSMISSIONS MAGNÉTIQUES.

Si le magnétisme rémanent est nuisible dans le jeu des électro-aimants, il est souvent des cas où il peut être utilisé. Nous en avons vu un exemple au sujet des armatures aimantées. D'un autre côté la présence d'un pôle de nom contraire à celui sur lequel on doit opérer, rend la réaction infiniment plus énergique, quelque minime que soit d'ailleurs la force de ce pôle et quelle que soit la distance qui le sépare de l'hélice

magnétisante. Il devient donc urgent dans ces cas particuliers d'avoir à sa disposition des moyens de transmission magnétique analogues à ceux des transmissions électriques. Ces moyens sont tout aussi faciles dans un cas que dans l'autre, si l'on se rappelle la manière dont le magnétisme se distribue dans les électro-aimants à pôles multiples. Veut-on, par exemple, établir dans le voisinage d'un aimant permanent une action magnétique rémanente susceptible d'être graduée et de maintenir cet aimant dans une position déterminée, même après la cessation de l'action électrique qui aura agi sur lui? Il suffira de faire partir de ce point un fil de fer que l'on introduira au-dessous de celle des deux branches de l'électro-aimant qui devra fournir le pôle dont on a besoin et de rapprocher plus ou moins l'extrémité de ce fil du point de repos de l'aimant. On pourra graduer de cette manière l'énergie de son action magnétique. Veut-on faire réagir plus énergiquement un électro-aimant droit sur son armature? Unissez par un fil de fer le point d'articulation de cette armature avec celui des deux pôles de l'électro-aimant qui n'agit pas et vous aurez immédiatement un accroissement de force. Ces transmissions magnétiques peuvent être d'un très grand secours et elles sont déjà venus en aide à M. Rumkorff pour stimuler l'action de l'interrupteur de son appareil d'induction. Je les ai moi-même employées dans mon appareil à signaux des chemins de fer pour renforcer, suivant que besoin en est, le magnétisme rémanent de l'électro-aimant à travers le fil. Il va sans dire que des morceaux de fer placés convenablement dans le voisinage des aimants pourraient remplir la même fonction, mais ils ne peuvent s'appliquer que dans un petit nombre de cas.

CONSTRUCTION DES ÉLECTRO-AIMANTS.

Après avoir exposé, comme je l'ai fait, les conditions de

force des électro-aimants et leur différentes dispositions, il me reste à faire, en quelque sorte, le catéchisme du constructeur, c'est-à-dire, à lui faire connaître, par demandes et par réponses, les différentes considérations qui doivent le guider dans le choix et la construction des électro-aimants. Souvent des questions m'ont été faites à ce sujet; et je crois, en les prévenant dans ce travail, rendre un véritable service aux praticiens.

D. Quelles sont les meilleures dimensions à donner aux fers des électro-aimants ?

R. Ces dimensions doivent être, d'après le principe formulé N° 1, proportionnées à la force que l'on désire obtenir. Plus leur force devra être grande, plus leurs dimensions devront être considérables. Quant à la longueur de leurs branches, on a vu, N° 3, qu'elle n'influait que fort peu sur leur force. On pourra donc leur donner les dimensions le plus en rapport avec la disposition de l'électro-aimant dans l'appareil. Cependant, afin que le fil inducteur ne soit pas trop éloigné du fer, on fera bien, en général, de donner à ces branches une longueur égale à trois ou quatre fois leur diamètre, le premier chiffre se rapportant principalement aux diamètres au-dessus de trois centimètres, et le second, aux diamètres au-dessous.

D. La traverse qui unit les deux branches d'un électro-aimant doit-elle avoir une dimension en rapport avec ses branches ?

R. Les dimensions de cette traverse n'influent aucunement sur la force des électro-aimants, puisqu'elle ne sert que pour la transmission magnétique. Pourtant, il faut, autant que possible, qu'elle soit forte ; car il vaut mieux pécher dans ce sens que dans le sens contraire.

D. Quelle est la longueur et la grosseur du fil qu'il convient d'employer pour obtenir le plus de force possible d'un fer d'électro-aimant donné ?

R. Cette grosseur et cette longueur dépendent comme on l'a vu, N° 5, de la pile qui doit être employée, des dérivations du circuit et de la grosseur du fer de l'électro-aimant. Ces trois éléments pouvant varier indéfiniment, il est impossible de fournir des chiffres exacts à cet égard. C'est au constructeur à expérimenter lui-même dans les conditions qu'il aura déterminées.

D. Comment le constructeur devra-t-il s'y prendre pour cette expérimentation ?

R. Il aura d'abord une pile exactement semblable à celle qui doit faire marcher les appareils qu'il va construire; puis, sachant la distance à laquelle ces appareils doivent fonctionner et la grosseur du fil du circuit, il représentera cette distance par une résistance équivalente, fournie par une certaine longueur de fil enroulé. Cette résistance pourra facilement être calculée d'après les lois connues des courants électriques, ou à l'aide du Rhéostat de M. Wheatstone. Il examinera alors la position de l'électro-aimant qu'il va construire par rapport aux dérivations. Si cet électro-aimant doit être plus rapproché de la source électrique que les autres, il prendra du fil très fin, le N° 20 du commerce, je suppose, puis il l'enroulera sur les bobines de son électro-aimant avec un rouet muni d'un compteur. Il fera divers essais avec la pile, et quand il arrivera au point de la plus grande force, il verra, par le compteur de son rouet, combien de tours ont été enroulés. Ce nombre sera une quantité constante pour tous les appareils placés dans les mêmes conditions, et il ne pourra être modifié que par les dérivations. Dans ce cas, on prendra autant d'électro-aimants ainsi préparés (et munis du fil en rapport avec leurs positions respectives) qu'il y a d'appareils à établir sur les dérivations du circuit principal, on les disposera sur le fil de résistance qui représente ce circuit, aux points correspondants des dérivations et on répétera de nou-

veau les expériences sur chacun de ces électro-aimants, jusqu'à ce qu'on soit arrivé à leur maximum de force, non seulement par rapport à eux pris isolément, mais encore par rapport à eux pris dans leur ensemble; car il arrive souvent que, pour augmenter la force de l'un, il faut augmenter ou diminuer la résistance de l'autre.

D. Quelle est la meilleure manière de mesurer la force d'un électro-aimant?

R. Le poids supporté est un des moyens les plus simples et le plus généralement employés; mais le meilleur moyen, suivant moi, serait une armature articulée dans une position fixe et ayant un ressort antagoniste et un buttoir d'arrêt susceptible d'être réglés. On apprécierait alors, par le degré de tension du ressort et l'écartement du buttoir, les variations de la force magnétique que l'on expérimente.

D. N'y a-t-il pas quelques chiffres qui puissent donner une idée de la force qu'on peut obtenir d'électro-aimants placés dans des conditions différentes?

R. Ces chiffres existent en effet, mais chaque constructeur a les siens. Voici ceux que j'ai obtenus dans mes expériences:

1° Un électro-aimant, du modèle de la fig. 12, ayant pour dimensions 30 centimètres de hauteur de branches, 10 centimètres de diamètre de branches (ces branches étaient des cylindres creux) et enroulé de 14 kilogrammes de fil de 4 millimètres de section, a porté, avec un seul élément de Bunzen (moyen modèle), 160 kilogrammes au contact;

2° Un électro-aimant, du modèle de la fig. 9, ayant 15 centimètres de hauteur de branches, 4 centimètres de diamètre de branches et enroulé de 4 kilogrammes de fil de 2 millimètres de section, a porté, avec un seul élément de pile semblable au précédent, 60 kilogrammes;

3° Un électro-aimant, du même modèle, ayant 8 centimètres de hauteur de branches, 1 centimètre 1/2 de diamètre

de branches et enroulé de 2 kilogrammes de fil de 2 millimètres de section, a porté, toujours avec le même élément, 15 kilogrammes ;

4° Un électro-aimant, du même modèle, ayant 10 centimètres de hauteur de branches, 1 1/2 centimètre de diamètre de branches et enroulé de 1 kilogramme 1/4 de fil de cuivre recouvert de soie, du n° 16 du commerce, a porté, avec une pile de Daniell de 8 éléments, 8 kilogrammes.

D. Quelle pile doit-on employer de préférence ?

R. Quand il s'agit d'une très petite force à produire et quand on veut que l'action électrique soit constante et continue, comme dans la télégraphie électrique, l'horlogerie électrique, etc., la pile qui doit être choisie est la pile de Daniell ou la pile à sable. Les électro-aimants doivent être alors enroulés de fil fin. Quand, au contraire, on veut obtenir une force énergique de peu de durée, les piles de Bunzen ou de Grove doivent avoir la préférence. Alors, le fil des électro-aimants doit être le plus gros possible, du moins quand on ne veut agir qu'avec un seul élément.

D. Quelle est la meilleure forme à donner aux électro-aimants ?

R. Nous avons, dans les chapitres précédents, énuméré les différentes dispositions à donner aux électro-aimants. Elles doivent varier suivant le but qu'on se propose d'en obtenir et la manière dont ils doivent exercer leurs fonctions. Mais, dans les cas ordinaires, la meilleure forme à leur donner est celle représentée fig. 12 ou fig. 23. Sans doute, la construction en est moins aisée que celle représentée fig. 9, mais la force en est plus énergique.

LÉGENDE DE LA PLANCHE.

Fig. 1. — Électro-aimant droit, ordinaire, avec bobine de cuivre ou de bois.

Fig. 2. — Électro-aimant droit, sans bobine et à pôles biseautés.

Fig. 3. — Coupe d'un électro-aimant droit, sans bobine, avec rondelles de fer aux extrémités pour épanouir les pôles.

Fig. 4. — Coupe d'un électro-aimant semblable au précédent à cette différence près que l'axe de fer est creux et que l'un des pôles est concave pour la dispersion du magnétisme.

Fig. 5. Électro-aimant droit, ordinaire, avec bobine de cuivre, dont les pôles sont en pointe, afin de servir à la concentration du magnétisme.

Fig. 6. — Coupe d'un électro-aimant droit, dont le fer est entré seulement aux deux tiers de la bobine, afin que l'armature en plongeant au-dedans soit soumise à une action magnétique plus énergique.

Fig. 7. — Électro-aimant droit, sans bobine, dont les deux extrémités sont vissées à deux palettes de fer, afin qu'il puisse servir d'armature.

Fig. 8. — Électro-aimant recourbé, en fer à cheval, avec bobines de cuivre.

Fig. 9. — Électro-aimant ordinaire, à deux branches, avec bobines de cuivre.

Fig. 10. — Électro-aimant à deux branches, sans bobibines, propre aux machines d'induction.

Fig. 11. — Électro-aimant de M. Th. du Moncel, dont une des deux branches seulement est munie d'une bobine (propre à beaucoup d'applications mécaniques).

Fig. 12. — Électro-aimant dont les branches sont constituées par des cylindres de fer creux et dont les pôles sont épanouis.

Fig. 13. — Électro-aimant de M. Th. du Moncel, dont une des branches possède seule la bobine ou l'hélice magnétisante, mais dont l'autre branche se replie de manière à présenter *l'un à côté de l'autre* des pôles de nom contraire.

Fig. 14. — Électro-aimant à trois branches, dont une seule, celle du milieu, possède la bobine magnétisante.

Fig. 15. — Coupe d'un électro-aimant à deux pôles, dont l'un est constitué par le rebord d'un cylindre de fer qui enveloppe la bobine et qui est en communication magnétique avec la branche magnétisée.

Fig. 16. — Coupe d'un électro-aimant circulaire, de M. Nicklès, qui n'est autre chose que la reproduction en double du précédent, à cette différence près que la branche centrale est creuse et se trouve traversée par un axe en métal non magnétique. Dans cette figure, l'axe creux avec ses deux rondelles et leur cylindre-enveloppe, sont figurés par un grisé-foncé. La coupure blanche est la ligne de séparation des deux cylindres-enveloppes, et le grisé-clair représente la couche de fil de l'hélice magnétisante. Enfin, une coupe de rail de chemin de fer est figurée au-dessous de l'électro-aimant, pour montrer comment doit être placée l'armature de ces sortes d'électro-aimants pour qu'ils agissent par leurs deux pôles à la fois.

Fig. 17. — Électro-aimant dont les deux branches sont recourbées pour que les pôles se trouvent rapprochés l'un de l'autre. (Système de M. Morse.)

Fig. 18. — Électro-aimant de M. Faraday, dans lequel les deux branches sont placées l'une en face de l'autre, et peuvent être rapprochées ou reculées à volonté.

Fig. 19. — Électro-aimant de M. Froment, à plusieurs branches.

Fig. 20. — Électro-aimant de M. Breguet, dont les branches se présentent angulairement à petite distance, l'une devant l'autre, afin qu'elles puissent réagir à la fois sur une armature aimantée.

Fig. 21. — Coupe de la bobine magnétique de M. Th. du Moncel, portant à ses extrémités deux disques de fer, et

dont l'armature-piston se termine elle-même extérieurement par une rondelle de fer.

Fig. 22. — Coupe de la bobine magnétique de M. Siemens, dont l'armature est constituée par un cylindre de cuivre dans lequel est renfermée une hélice magnétisante.

Fig. 23. — Coupe de l'électro-aimant à deux branches de M. Bourbouze, dont l'armature est constituée par un fer d'électro-aimant mobile dans les bobines de l'électro-aimant fixe.

Fig. 24. — Électro-aimant circulaire, à trois pôles, de M. Nicklès, dont l'armature est constituée par un cylindre de fer.

Fig. 25. — Disposition de l'armature d'un électro-aimant dans laquelle le mouvement s'opère suivant la ligne axiale, (articulation à pivot, — ressort antagoniste à boudin, — buttoir rigide).

Fig. 26. — Disposition de l'armature d'un électro-aimant dans laquelle le mouvement s'opère suivant la ligne équatoriale (articulation à charnière, — pesanteur comme ressort antagoniste, — buttoir à vis de rappel).

Fig. 27. — Disposition de l'armature d'un électro-aimant, dont le ressort antagoniste et l'articulation sont remplacés par une lame de ressort, et dont le buttoir d'arrêt est lui-même constitué par une lame flexible.

Fig. 28. — Disposition de l'armature d'un électro-aimant dans laquelle le ressort antagoniste est le poids de l'armature elle-même, modifié par un contre-poids agissant à l'extrémité d'un bras de levier en rapport direct ou indirect avec l'armature. Ce système est employé par M. Paul Garnier dans ses horloges électriques.

Fig. 29. — Disposition de l'armature d'un électro-aimant, adoptée par M. Siemens. Dans cette disposition, l'armature opère son mouvement perpendiculairement au plan de l'électro-aimant et bascule entre ses pôles.

Fig. 30. — Disposition de l'armature d'un électro-aimant, adoptée par M. Th. du Moncel, dans laquelle le mouvement s'opère sous l'influence de la résultante axiale des pôles de l'électro-aimant et dans le sens équatorial.

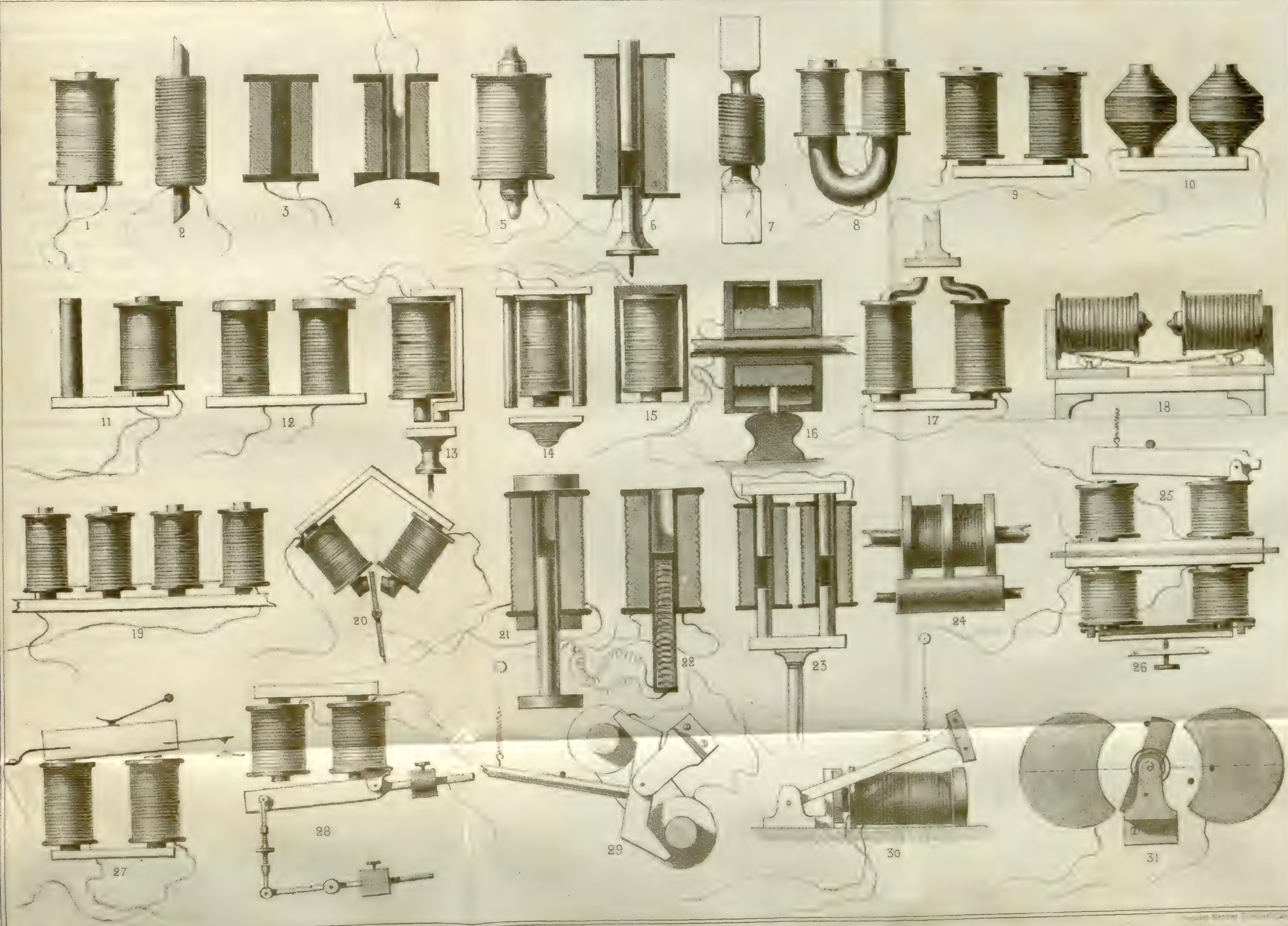
Fig. 31. — Disposition d'un électro-aimant et de son armature, par laquelle celle-ci bascule entre les deux pôles épanouis de cet électro-aimant sous l'influence de leur résultante axiale. (Ressort antagoniste en spirale.)

Analyse des Travaux de la Société

RÉDIGÉE PAR LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL.

Séance du 13 mars 1854. (Suite.)

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Horlogerie électrique.* — M. Emm. Liais soumet à la Société quelques nouvelles remarques sur l'emploi de l'électricité pour l'horlogerie de précision. Cet emploi n'est possible dans ce but qu'autant que l'intensité du courant ne peut influer sur la marche du pendule; on obtient aisément ce résultat en ne faisant intervenir l'électro-magnétisme que pour soulever un poids constant d'une quantité constante à chaque oscillation du pendule, la chute seule du poids entretenant le mouvement. Ce principe est la seule base sur la-



Th. du Moncel Del et lith.

DISPOSITIONS DIVERSES DES ELECTRO - AIMANTS.

quelle puisse reposer l'horlogerie électrique de précision, et il a été indiqué pour la 1re fois par M. Liais en 1851 dans un mémoire adressé à l'Institut et publié au printemps de 1852. A cette époque, l'auteur a décrit une série de dispositions dans lesquelles le mouvement du pendule est à la fois indépendant : 1° de l'intensité du courant; 2° des variations des instants de rupture et d'établissement de ce courant; 3° des frottements que ces ruptures peuvent occasionner; 4° de la force coërcitive du fer des électro-aimants; 5° des variations d'élasticité des ressorts de suspension des lames pesantes et du pendule sur lequel elles agissent, résultats obtenus en dirigeant les ressorts lorsqu'ils sont détendus, suivant la bissectrice de l'angle du jeu des lames; 6° des frottements des rouages du compteur (qui est entièrement séparé du régulateur) et, par conséquent, des variations de frottement dues à la décomposition et au changement de température des huiles, car dans les pièces des régulateurs, il n'en est pas besoin; 7° des variations de la température et de la pression barométrique par suite de la compensation des lames pesantes et du pendule, mais surtout par le placement du régulateur dans la couche de température invariable et dans une enveloppe renfermant de l'air à densité constante. Enfin la perfection de ces appareils surpasse celle des meilleures horloges astronomiques; aussi s'est-on empressé d'imiter ces dispositions.

La disposition que M. Liais préfère pour ce régulateur est celle dont il a parlé à la société dans la séance du 22 août 1853, disposition dans laquelle il n'existe aucun frottement pouvant réagir sur le pendule. Elle consiste en un pendule qui met en mouvement un guide à potence en forme de T. De part et d'autre de ce guide qui est en communication continue avec l'un des pôles de la pile au moyen d'un fil de platine plongeant dans une capsule

pleine de mercure, existe une lame pesante dont l'axe de suspension est l'axe même du balancier, les ressorts de suspension étant dirigés suivant la bissectrice de l'angle de jeu de ces lames, qui communiquent constamment avec l'autre pôle de la pile au moyen de fils plongeant dans des capsules pleines de mercure. Quand le courant est rompu, ce qui a lieu dans le milieu de la course du pendule, les lames sont maintenues soulevées par des queues attachées à des armatures qui font contrepoids, mais quand le pendule arrive aux extrémités de sa course, il y a contact entre le guide et une des lames que ce guide soulève; l'armature est attirée, sa queue s'abaisse, de sorte que, pendant le retour du pendule, la lame presse sur le guide jusqu'à ce qu'elle rencontre un butoir qui l'arrête. Alors le courant est de nouveau rompu; l'armature tombe et soulève la lame pour l'oscillation suivante. La disposition donnée aux fils qui amènent le courant dans le guide et dans les lames est telle que ce courant ne passe pas par les ressorts de suspension, et que les variations de température qu'il produit ne peuvent changer la distance des centres d'oscillation à l'axe de suspension.

Entomologie. — M. Bertrand-Lachênée présente à la société un hémiptère rare trouvé par lui près de la Polle à Cherbourg: le *Coreus scapha*, Fab.

Chimie. — *Coloration du papier en violet par le contact avec diverses espèces d'algues.* — M. Le Jolis appelle l'attention de la section de chimie sur le fait suivant: ayant déposé, il y a quelques mois, sur du papier collé, des stipes de *Laminaria digitata* non lavés à l'eau douce, il a remarqué que ces stipes avaient laissé sur le papier une empreinte violette fort marquée, due à la présence de l'iode dans cette plante. D'un autre côté, M. Thuret a eu l'occasion d'observer le même phénomène en préparant des échantillons de *Bonnemaisonia asparagoides*

qui commençaient à se décomposer; cette algue avait déterminé sur le papier la formation d'une auréole du plus beau violet. — M. Besnou fait de suite observer que ces deux phénomènes sont identiques et dus à une même cause, et qu'ils doivent être attribués à la présence de l'iode qui existe comme partie constituante de ces algues à l'état d'iodure alcalin, et qui se trouve mis en liberté par suite de deux réactions chimiques bien constatées par lui.

En entrant en fermentation, la plante, qui contient une espèce de gomme, parfois une matière sucrée ou une de ses analogues, produit de l'acide acétique, souvent en proportion fort notable. (En effet, M. Besnou a pu retirer jusqu'à près de 4 pour cent d'acide acétique d'un liquide écoulé d'un las de goëmons mis en fermentation). Dans cette circonstance, l'iodure alcalin, qui est renfermé dans la plante et est très soluble, déliquescent même, s'est, par suite de la pression opérée pour la dessiccation du *Bonnemaisonia*, irradié à la circonférence; là, se trouvant en contact avec l'acide acétique produit, il a éprouvé une décomposition telle que l'iode a été mis à nu et a revêtu ses caractères propres quand il est libre, et développé la coloration bleue qu'il communique à sa combinaison avec l'amidon qui sert à coller aujourd'hui la plupart des papiers, surtout les papiers dits *mécaniques*.

La présence de l'acide acétique n'est pas même nécessaire pour que ce phénomène ait lieu, ainsi que le prouve le fait qui a été observé par M. Le Jolis et qui s'est opéré avec des plantes qui n'avaient subi aucune décomposition partielle de leurs éléments gommeux analogues. En effet, M. Besnou a constaté que partout où l'iodure potassique, qui est la combinaison saline la plus stable de l'iode, se trouve en contact, en solution concentrée ou à l'état de siccité presque absolue, à la température ordinaire de l'atmosphère, avec les nitrates de chaux, de magnésie, d'ammoniaque avec leurs chlorures et les

sulfates des deux dernières bases, la décomposition est forcée; de l'iode est mis à nu. C'est même une réaction assez curieuse qui peut servir à faire distinguer le sulfate de magnésie, du sulfate de soude; elle peut aussi permettre de constater la pureté d'un sel de cuisine, en ce que les sels déliquescents de chaux et de magnésie, qui l'accompagnent souvent à doses notablement élevées dans les sels provenant des issues des soudes de varech, colorent immédiatement ce sel ioduré qui alors bleuit le papier amidonné ou la colle amylacée. Dans la dessication de ces algues, il y a mélange de ces divers sels constitutifs qui alors réagissent les uns sur les autres par suite de leur concentration. De plus, M. Besnou a remarqué que l'iodure potassique lui-même s'altère rapidement au contact de la lumière solaire, surtout s'il est humide; il jaunit, de l'iode est mis à nu, se dégage même, et colore en bleu le papier amylacé. Ces diverses réactions de l'iodure potassique sont encore bien plus facilement et plus activement produites par les iodures de magnesium, de calcium, de sodium même, que l'air seul décompose avec une assez grande promptitude. C'est sur ces données toutes expérimentalement démontrées dans un mémoire dont un extrait a été inséré aux compte-rendus de l'Institut du 5 août 1851, que M. Besnou s'est basé pour arriver par induction à conclure : 1° que l'iode ne doit exister dans l'air qu'à l'état de liberté, du moins d'une manière permanente; 2° qu'il n'y peut exister à l'état de combinaison saline binaire, à fortiori à l'état ternaire; 3° que c'est à la volatilité des dissolvants actuellement connus de l'iode qu'il faut attribuer l'impossibilité de le condenser assez pour qu'il puisse manifester ses caractères chimiques d'iode libre, par les réactions habituellement considérées comme caractéristiques de sa liberté.

Séance du 10 avril 1854.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la vitesse de transmission des*

courants électriques. — M. Th. du Moncel entretient la Société des dernières expériences de M. Faraday relatives à la vitesse de l'électricité, et fait remarquer que leurs résultats sont une confirmation de la théorie du magnétisme statique et du magnétisme dynamique qu'il a exposée depuis plus de deux ans. En effet, les expériences de M. Faraday font voir que quand l'influence ou l'induction latérale de l'électricité en mouvement a pour effet une réaction statique par condensation, cette réaction paralyse le mouvement du courant électrique. Or, c'est ce qu'avait admis M. du Moncel dans sa théorie du magnétisme statique et du magnétisme dynamique pour expliquer la suspension du courant magnétique dans un aimant fermé. (Voir le 1^er^ volume des Mémoires de la Société).

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Substitution de la pile de Daniell à la pile de Bunsen dans les appareils électro-médicaux.* — M. Th. du Moncel fait remarquer à la Société que l'odeur suffocante de la pile de Bunsen, sa manipulation désagréable, enfin son prix d'entretien, en rendent l'emploi désavantageux dans ceux des appareils électro-médicaux où les courants sont la conséquence des réactions par influence exercées par un premier courant voltaïque (appelé *courant inducteur*) circulant dans un gros fil enroulé en spirale, et il annonce qu'il a cherché à employer la pile de Daniell qui n'a pas les mêmes inconvénients. Comme les réactions d'induction de ces sortes de courants sont peu énergiques d'une hélice à l'autre, il a recherché si l'extrà-courant fourni par les réactions du courant sur lui-même dans une spire à fil fin, serait suffisamment énergique pour être substitué à celui de la pile de Bunsen. Dans cette intention, il a mis en communication les deux extrémités du fil induit de la machine de Rumkorff avec les deux pôles de la pile de Daniell, et il s'est effectivement assuré qu'il suffisait d'interrompre le cou-

rant à la main ou plutôt avec les manipules, pour obtenir des secousses suffisamment énergiques qui pourraient être encore augmentées par l'interposition entre ces manipules d'un interrupteur mécanique quelconque.

Électricité. — *Pile de Bunsen.* — M. du Moncel décrit une disposition qu'il vient de donner aux piles de Bunsen pour éviter les inconvénients qui résultent de l'oxydation des lames de cuivre servant de pôle positif à leurs points d'attache avec le charbon. Ordinairement, pour relier ces lames à leur charbon respectif, tantôt on les lie avec du fil de cuivre sur lequel on verse de la soudure d'étain ; tantôt on fait une fente dans le charbon et on y introduit de force la lame de cuivre ; tantôt on creuse un trou dans le charbon et on y fait entrer un bouchon métallique soudé à la lame qui communique au zinc ; tantôt on serre le charbon dans des pinces à vis de pression, sur lesquelles se trouvent le bouton d'attache du fil. De tous ces moyens, le meilleur est évidemment le dernier ; encore n'est-on pas toujours parfaitement sûr d'un bon contact. Voici, du reste, le moyen qui a le mieux réussi à M. du Moncel : les charbons sont percés supérieurement d'un trou un peu profond (3 ou 4 centimètres environ), et dans chacun de ces trous sont versées quelques gouttes de mercure; des bouchons métalliques doivent s'adapter à ces trous, tout en communiquant par une lame avec les zincs; mais ils portent de plus, soudée à leur partie inférieure, une petite languette de fer qui doit plonger dans le mercure. De cette manière, le contact est assuré par l'intermédiaire du mercure et le léger endosmose d'acide nitrique qui se fait au travers des pores du charbon, donne lieu, au bout de quelque temps, à une formation de nitrate de bioxyde de mercure dont on peut se servir pour amalgamer les zincs en le jetant dans l'eau acidulée pendant que la pile est en activité.

Physique appliquée. — *Télégraphie électrique.* — M. du

Moncel fait remarquer qu'il avait indiqué dans son traité d'anémographie électrique publié en juin 1852, l'application à la télégraphie des dérivations d'un courant issues des pôles de la même pile, dans le but de faire marcher un nombre quelconque d'appareils télégraphiques. Cette application, que M. Pratina, de Prague, vient de présenter comme nouvelle, résulte, d'ailleurs, de la discussion des formules de M. Pouillet pour les courants dérivés.

Botanique. — M. Bertrand-Lachênée fait remarquer que le *Roccella phycopsis* Ach. croît quelquefois assez loin du littoral; ainsi, il l'a observé sur les murs des églises d'Acqueville et de Sideville, à 7 kilomètres de la mer. — A cette occasion, M. Le Jolis dit avoir vu le *Roccella phycopsis* croître en abondance sur des chênes à Urville-Hague, bien que ce lichen habite généralement les vieux murs et les rochers du littoral.

Physique terrestre. — *Sur les ras-de-marée.* — M. Emm. Liais présente à la Société quelques considérations sur les relations de l'électricité avec les variations brusques de la hauteur de la mer sur les côtes de France, variations connues sous le nom de *ras-de-marée*, quoique, sous ce nom général, on comprenne dans d'autres mers plusieurs phénomènes distincts de celui-ci. L'auteur a eu plusieurs fois l'occasion de constater la coïncidence du ras-de-marée avec les orages. La plus remarquable de ces coïncidences a eu lieu pendant un fort orage qui a éclaté sur Cherbourg dans la nuit du 11 au 12 juillet 1852. La grandeur de ce ras-de-marée, l'intensité de l'orage, les éclairs nombreux qui allaient des nuages au sol et à la mer, présentaient un rapprochement très curieux. Cette relation entre les orages et les ras-de-marée donne fortement lieu de croire que c'est aux attractions et répulsions exercées par les nuages électrisés sur la surface de la mer, qu'il faut attribuer les ras-de-marée. On

conçoit alors la possibilité de l'existence de ce phénomène, même dans le cas où l'atmosphère ne paraîtrait pas sensiblement orageuse, ainsi qu'on l'observe quelquefois, car la mer ne peut monter dans un lieu sans baisser sur quelqu'autre point. Lorsqu'il existe une attraction entre un nuage électrisé et la mer, cette attraction a pour effet de soulever la surface du niveau de la mer et de faire tomber le nuage; mais cette chute ne s'opère que lentement à cause de la résistance de l'air, et d'ailleurs le nuage ne s'abaisse pas en réalité, parce qu'il se résout en vapeurs transparentes à sa partie inférieure, à mesure qu'il descend dans des couches plus chaudes; en même temps, l'air saturé qui passe entre les vésicules des nuages et qui s'élève ainsi pour les remplacer, se refroidit par sa dilatation et abandonne de nouveau sa vapeur à la partie supérieure du nuage sous formes de vésicules aqueuses. La hauteur du nuage n'est donc déterminée que par la loi de la variation de la température et de la tension de la vapeur d'eau suivant l'élévation dans l'atmosphère et ne peut varier par l'action des attractions inférieures. La surface du niveau de la mer doit seule changer, et donne lieu par là au phénomène du ras-de-marée. Dans le cas de répulsion entre la surface de la mer et un nuage, cette répulsion ne fait que favoriser la suspension du nuage, et elle abaisse la surface de la mer.

Séance du 8 mai 1854.

Botanique. — *Du Bourgeon dans le genre Lythrum.* — M. le Dr Lebel, de Valognes, adresse à la société un mémoire intitulé : *Du Bourgeon dans le genre Lythrum.* (page 179).

Toxicologie. — *Intoxication produite par la pâte phosphorée qui enduit les allumettes chimiques explosives et non explosives,* par M. Besnou. (Imprimé page 289).

ORNITHOLOGIE. — *Catalogue des oiseaux observés dans l'arrondissement de Valognes*, par M. Benoist. (Page 231).

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Appareil électrique à signaux, pour les chemins de fer.* — M. Du Moncel décrit un nouveau système d'appareils à signaux, dont le but est principalement de mettre en relation électrique avec les stations, les convois des chemins de fer, au moment où ils passent devant chaque poteau kilométrique de la voie, et à faire agir une sonnerie électrique placée sur les convois, en même temps qu'on fait apparaître le signal; cette sonnerie indique au mécanicien qu'on lui fait un signal et, de plus, l'empêche de prendre pour des signaux, les indications auxquelles s'est arrêté l'appareil après que les courants ont cessé. Pour obtenir ces résultats, la locomotive ou le dernier wagon de chaque convoi est muni de deux frotteurs qui, à chaque kilomètre parcouru, rencontrent deux lames métalliques isolées en rapport avec la terre et le fil de la ligne. Ces deux frotteurs communiquent métalliquement avec l'appareil aux signaux placé comme la sonnerie sur le convoi, et exposé à la vue du conducteur en chef ou du mécanicien. Cet appareil consiste dans une bascule aimantée, oscillant suivant la direction du courant, dans un sens ou dans l'autre, entre les bobines d'un électro-aimant, et portant à l'une de ses extrémités deux disques, l'un rouge, l'autre blanc, qui apparaissent à volonté dans un guichet disposé à cet effet. En même temps que cette bascule opère son mouvement, une armature de fer doux, disposée au-dessus de l'électro-aimant, débride une lame de ressort buttée contre elle, et celle-ci, par son contact avec un autre ressort ou un buttoir métallique, renvoie le courant d'une petite pile locale portée par le convoi dans la sonnerie électrique. Cette sonnerie entre donc en mouvement, et ce mouvement continue jusqu'à ce qu'on ait ramené de nouveau

le ressort relais contre l'armature, qui s'est alors relevée. De cette manière, le mécanicien, prévenu par la sonnerie, n'a plus qu'à regarder le signal indiqué pour savoir ce qu'il doit faire, car le magnétisme remanent dans l'électro-aimant suffit pour maintenir le barreau aimanté portant les disques dans la position que lui a fait prendre le courant au moment de son passage. Dans le système de M. Th. du Moncel, le disque rouge est le signal d'alarme, et le disque blanc celui de ralliement, c'est-à-dire le signal par lequel la station fait savoir au convoi qu'il doit entrer en communication avec elle, et que par conséquent il ait à mettre son télégraphe portatif en rapport avec la ligne télégraphique. Le jeu de cet appareil est facile à obtenir; il suffit pour cela d'un commutateur à renversement de pôles, que l'on tourne à la station dans un sens ou dans l'autre, suivant le signal qu'on veut transmettre; quand on ne veut en envoyer aucun, on remet le commutateur en son point de repos, et le courant ne peut plus circuler à travers les appareils des convois. Il va sans dire que, disposés de cette manière, les appareils à signaux se prêtent merveilleusement aux indications fournies par les moniteurs électriques dont il a été question dans l'avant-dernière séance, de sorte que les convois peuvent s'entr'avertir eux-mêmes des dangers qui pourraient résulter de leur trop grand rapprochement. M. Th. du Moncel, profitant du reste de la pile locale portée par les convois pour la marche de la sonnerie d'alarme et du télégraphe portatif, a trouvé le moyen de simplifier considérablement son système de moniteurs électriques, et d'en faire marcher les doubles compteurs avec un seul fil qui peut d'ailleurs parfaitement servir à l'appareil aux signaux.

ÉTUDES

SUR LES

LICHENS DE L'ALGÉRIE,

Par M. le Dr W. NYLANDER.

M. Balansa ayant soumis à notre examen un grand nombre de Lichens récoltés par lui en Algérie dans le courant des deux dernières années, nous avons cru qu'il serait utile de publier le résultat de nos observations sur quelques uns d'entre eux, très intéressants ou même nouveaux pour la science. M. Duricu ayant eu en outre la bonté de nous communiquer une partie des types de sa Flore de l'Algérie (1), nous avons pu, en les examinant de nouveau, ajouter quelques observations critiques aux espèces anciennement décrites de ce pays.

Avant de commencer notre travail, il ne serait peut-être pas sans intérêt de mentionner séparément les principales espèces récoltées par M. Balansa dans chacune des diverses localités visitées par lui.

Ainsi, nous remarquons, recueillis par lui aux environs d'Oran, en 1852, les *Collema plicatile*, *nummularium*,

(1) Exploration scientifique de l'Algérie. Botanique, par MM. *Bory de St-Vincent* et *Durieu de Maisonneuve*. — Paris, 1846 et sqq.

Omphalaria nummularia, Synalissa lichenophila, Leptogium Schraderi var. *cæspitellum, Roccella phycopsis* (*fructifera*), *Ramalina calicaris* var. *thrausta, Parmelia villosa, parietina* var. *citrinella, Lecanora crassa* var. *Dufourei, lentigera, Schleicheri* et var. *dealbata, aurantiaca* varr. *erythrella* et *ochracea, sophodes, atra* var. *discolor, scruposa* var. *diacapsis*, *Dirina repanda* (et *ceratoniæ*), *Biatora fossarum, Lecidea tabacina, chalybeia, disciformis, contigua* var. *subdispersa, epigæa, canescens, Opegrapha albocincta, grumulosa* c. varr. *dirinaria* et *platycarpa, Arthonia variiformis, albopulverea, Thelocarpon albidum, Endocarpon tenellum, Verrucaria gemmata* var. *epipolæa.*

La récolte de l'année 1853 contenait, des environs de Constantine, les *Omphalaria nummularioides, Girardi, Lecidea fuscoatra, cinereovirens, pruinosa, disciformis* var. *stigmatea, Endocarpon pallidum, Verrucaria areolata, amphibola, gibba.* De Lambessa, par ex. les *Lecanora glaucoma* var.*corrugata, Leptogium lacerum* var. *lophæum;* de Batna et Djebel-Tougour, les *Glypholecia candidissima, Endocarpon miniatum, Lecanora mutabilis, Lecidea candida, tabacina, cinereovirens, Calicium debile, Alectoria jubata, Evernia furfuracea;* de Biskra, les *Peltula radicata, Lecanora endocarpea,* etc.

Une grande partie de ces Lichens trouvés par M. Balansa sont des nouveautés pour la Flore du pays.

Pour faciliter la revue de cette végétation dans son ensemble, en tant qu'elle nous est connue jusqu'à présent, nous donnons ici une énumération méthodique des Lichens algériens suivant la classification proposée par nous dans ces Mémoires (page 5). Les diagnoses des nouvelles espèces ou variétés et quelques observations critiques auront leur place après cette énumération.

SYNOPSIS LICHENUM ALGERIENSIUM.

Fam. I. LICHINACEÆ.

Trib. I. Ephebeæ.

1. *Ephebe pubescens* Fr. Born. DR. Fl. Alg. p. 214.

(Trib. II. Lichineæ.)

Fam. II. COLLEMACEÆ.

Trib. I. Collemeæ.

1. *Leptogium palmatum* Mont. DR. Fl. Alg. p. 209.
2. — *scotinum* Fr. Constantine (Durieu).
3. — *lacerum* Fr. DR. Fl. Alg. p. 209. — Var. *lophœum* (Ach.)
4. — *muscicola* Fr. DR. Fl. Alg. p. 210. *Stigonema pannosum* Külz. Tab. phyc. 2.38 f. 2.
5. — *Schraderi* var. *algeriense* (*Myxopuntia* Mont. DR. Fl. Alg. p. 212. t. 19 f. 1.)—Var. *cæspitellum* Nyl. Oran (Balansa).

1. *Synalissa lichenophila* DR. Fl. Alg. p. 211.

* Sporæ angustatæ vel longe fusiformes.

1. *Collema aggregatum* (Ach.) *Coll. thysanœum* DR. Fl. Alg. p. 208.
2. — *nigrescens* Ach. DR. Fl. Alg. p. 207.

** Sporæ ovoideæ varie septatæ.

3. — *furvum* Ach. DR. Fl. Alg. p. 207.
4. — *plicatile* Ach. DR. Fl. Alg. p. 202.
5. — *pulposum* Ach *C. crispum* et *pulposum* DR. Fl. Alg. p. 205.
6. — *melænum* Ach. *C. jacobœæfolium* DC. DR. Fl. Alg. p. 205.
7. — *cheileum* Ach. Huic speciei etiam reducenda *C. crispum* β et γ DR. Fl. Alg. p. 205, *C. ferax* DR. et Mont. p. 206. t. 17. f. 3. et *C. platycarpum* DR. et Mont. p. 203. t. 19. f. 3.

8. — *microphyllum* Ach. DR. Fl. Alg. p. 208.

*** Apothecia non visa.

9. — *myriococcum* Ach. DR. Fl. Alg. p. 208. Specim. typ. non visum.

10. — *placynthium* DR. Fl. Alg. p. 203.

**** Thallus umbilicato-adfixus, sporæ simplices.

11. — *nummularium* Duf. in DR. Fl. Alg. p. 200 commixt. cum sequente.

1. *Omphalaria nummularia* DR. et Mont. Fl. Alg. p. 200. (exclus. syn. Duf.) — Var *cæspitosa* Nyl. Constantine, Biskra (Balansa).

2. — *nummularioides* Nyl. Constantine (Balansa).

3. — *Girardi* DR. et Mont. Fl. Alg. p. 199. t. 18 f. 4.

(Trib. II. Phyllisceæ.)

Fam. III. MYRIANGIACEÆ.

Trib. I. Myriangieæ.

1. *Myriangium Duriæi* Mont. et Berk. DR. Fl. Alg. p. 214. t. 19. f. 2 (non bona). Desm. Cr. Fr. éd. 2. n. 1598.

Fam. IV. LICHENACEÆ.

Series I. CONIOPHOREÆ.

Trib. I. Calicioideæ.

1. *Sphinctrina turbinata* Fr. DN. *Calicium turbinatum* Ach. DR. Fl. Alg. p. 284.

1. *Calicium lenticulare* var. *debile* (Turn. et Borr.). Batna (Balansa).

1. *Trachylia tympanella* Fr. In Aurès (Cosson) ad lignum cedri.

(Trib. II. Sphærophoreæ.)

Series II. CLADONIOIDEÆ.

Trib. III. Stereocaulieæ.

1. *Stereocaulon nanum* Ach. DR. Fl. Alg. p. 257.

Trib. IV. Cladonieæ.

1. *Cladonia endiviæfolia* Fr. DR. Fl. Alg. p. 258.
2. — *alcicornis* Fr. DR. Fl. Alg. p. 258.
3. — *pyxidata* Fr. et var. *pocillum* (Ach.) DR. Fl. Alg. p. 259.
4. — *gracilis* f. *verticillata* Fr. DR. Fl. Alg. p. 259.
5. — *fimbriata* Fr. DR. Fl. Alg. p. 260.
6. — *squamosa* Hffm. DR. Fl. Alg. p. 261.
7. — *furcata* f. *spadicea* (Ach.) et f. *pungens* Fr. DR. Fl. Alg. p. 260.
8. — *rangiferina* var. *silvatica* (Ach.) DR. Fl. Alg. p. 261.

(Trib. V. Bæomyceæ.) (1)

Series III. RAMALODEÆ.

Trib. VI. Roccelleæ.

1. *Roccella phycopsis* Ach. DR. Fl. Alg. p. 225. — Var. *pygmæa* (DR. et Mont.) p. 266. t. 17 f. 2.
2. — *tinctoria* Ach. DR. Fl. Alg. p. 225. An vere specie differt a præcedente?

Trib. VII. Usneæ.

1. *Usnea barbata* f. *florida* (Hoffm.) et f. *articulata* (Ach.) *U. florida* DR. Fl. Alg. p. 217. *U. articulata* p. 218.

1. *Alectoria jubata* Ach. Djebel Tougour (Balansa).

Trib. VIII. Ramalineæ.

1. *Evernia furfuracea* Mann. DR. Fl. Alg. p. 219.
2. — *prunastri* Ach. DR. Fl. Alg. p. 218.

1. *Ramalina usneoides* Mont. DR. Fl. Alg. p. 223. t. 17 f. 1.
2. — *polymorpha* Ach. DR. Fl. Alg. p. 223.
3. — *pollinaria* Ach. DR. Fl. Alg. p. 222.

(1) Præter genus *Bæomyces* sensu Persoonii, exotica *Thysanothecium* Berk. et Mont. et *Glossodium* Nyl. includit hæc tribus.

4. — *calicaris* Fr. ff. *fraxinea, canaliculata, farinacea* et *thrausta* DR. Fl. Alg. p. 221.
5. — *pusilla* Fr. DR. Fl. Alg. p. 221. t. 17 f. 4.

(Trib. IX. Cetrariceæ.)

Series IV. PHYLLOIDEÆ.

(Trib. X. Cornicularieæ.)

Trib. XI. Peltigereæ. (1)

1. *Nephroma resupinatum* Ach. DR. Fl. Alg. p. 228.
1. *Peltigera malacea* Dub. DR. Fl. Alg. p. 229. Specim. Alger. non vidi.
2. — *rufescens* Hffm. DR. Fl. Alg. p. 229.
3. — *canina* Hffm. DR. Fl. Alg. p. 228.

Trib. XII. Parmeliceæ.

1. *Sticta glomulifera* DC. DR. Fl. Alg. p. 228.
2. — *pulmonacea* Ach. DR. Fl. Alg. p. 230.
1. *Parmelia caperata* Ach. DR. Fl. Alg. p. 236.
2. — *perlata* Ach. *P. perforata* DR. Fl. Alg. p. 231.
3. — *tiliacea* Fr. f. *scortea* (Ach.) DR. Fl. Alg. p. 232.
4. — *sinuosa* Ach. f. *hypothrix* Nyl. Coll. p. 7. *P. tiliacea* DR. Fl. Alg. p. 233.
5. — *Borreri* Turn. DR. Fl. Alg. p. 223.
6. — *saxatilis* Ach. DR. Fl. Alg. p. 223.
7. — *contorta* Bory. DR. Fl. Alg. p. 234. Non vidi.
8. — *physodes* Ach. DR. Fl. Alg. p. 235.
9. — *conspersa* Ach. DR. Fl. Alg. p. 236.
10. — *acetabulum* (Neck.) DR. Fl. Alg. p. 235.
11. — *olivacea* Ach. DR. Fl. Alg. p. 236.
12. — *parietina* Ach. DR. Fl. Alg. p. 237. — Var. *citrinella* Fr. Oran.
13. — *chrysophthalma* Ach. Meth. DR. Fl. Alg. p. 238.

(1) In diagnosi nostra hujus tribus (Classif. des Lichens p. 13) loco „infra deficiente" legendum est : *„infra plerumque deficiente"*. nam in Nephromatibus cortex pagina infera continuatur.

14. — *villosa* Ach. Meth. *Eriothallus villosus* DR. Fl. Alg. p. 220.

1. *Physcia intricata* (Desf.) Schær. *Erioth. intricatus* DR. Fl. Alg. p. 219. *Parmelia atlantica* Ach. Meth.

2. — *ciliaris* Fr. DR. Fl. Alg. p. 238.

3. — *stellaris* Fr. DR. Fl. Alg. p. 240. c. var. *hispida* Fr.

4. — *cæsia* Fr. DR. Fl. Alg. p. 241.

5. — *speciosa* Fr. DR. Fl. Alg. p. 239.

6. — *pulverulenta* Fr. et varr. *venusta, pityrea* et *angustata* (Ach.) DR. Fl. Alg. p. 237.

7. — *obscura* Fr. et var. *ulothrix*. (Ach.) DR. Fl. Alg. p. 242.

(Trib. XIII. Gyrophoreæ.)

Series V. PLACODEÆ.

Trib. XIV. Lecanoreæ.

1. *Peltula radicata* Nyl. — Biskra (Balansa.)

Subgenus *Placodium*.

1. *Lecanora crassa* Ach. DR. Fl. Alg. p. 242 (sub Parmelia, ut sqq.)

2. — *lentigera* Ach. DR. Fl. Alg. p. 243.

3. — *gypsacea* (Sm..) DR. Fl. Alg. p. 242.

4. — *saxicola* Ach. DR. Fl. Alg. p. 244.

5. — *murorum* Ach. DR. Fl. Alg. p. 244.

6. — *fulgens* Ach. DR. Fl. Alg. p. 245.

7. — *circinata* Ach. DR. Fl. Alg. p. 247.

8. — *miltina* DR. et Mont. Fl. Alg. p. 246 t. 18 f. 6. Vix differt a *L. circinata* var. *myrrhina* (Ach.).

9. — *erythrocarpia* (Pers.) et var. *Lallarci* (Clem.) DR. Fl. Alg. p. 245,

10. — *coarctata* f. *cotaria* Ach. DR. Fl. Alg. p. 243.

Subgenus *Pannaria*.

11. — *plumbea* (Lightf.) *Biatora plumbea* DR. Fl. Alg. p. 262.

12. — *triptophylla* var. *nigra*. *Biat. triptophylla* DR. Fl. Alg. p. 265. *Lecidea corallinoides* Flk. *Collema nigrum* Ach.

13. — *microphylla* (Sw.) *Biat. microphylla* DR. Fl. Alg. p. 264.

Subgenus *Lecanora* sensu strictiori.

14. — *Schleicheri* (Ach.) DR. Fl. Alg. p. 248 t. 19 f. 5 et var. *dealbata* DR.

15. — *cervina* Ach. Schær. DR. Fl. Alg. p. 247 c. ff. *glaucocarpa* (Whlnb.) et *squamulosa* (Sm.)

16. — *endocarpea* (Fr.) *Endoc. Dufourei* DR. et Mont. Fl. Alg. p. 285. t. 18 f. 3.

17. — *esculenta* Eversm. DR. Fl. Alg. p. 250. — Satis affinis sequenti.

18. — *cincrea* (L.) DR. Fl. Alg. p. 252 et var. *calcarea* (L.) p. 254.

19. — *mutabilis* (Ach.) *Parm. verrucosa* Fr. DR. Fl. Alg. p. 254.

20. — *glaucoma* Ach. Constantine (Balansa). — Var. *corrugata* Nyl. Batna (id.).

21. — *sulphurea* Ach. L. U. *Parm. sordida* β *sulfurea* Fr. DR. Fl. Alg. p. 253.

22. — *varia* Ach. DR. Fl. Alg. p. 253.

23. — *subfusca* Ach. DR. Fl. Alg. p. 251.

24. — *cerina* Ach. DR. Fl. Alg. p. 252.

25. — *aurantiaca* (Lightf.) *Biatora aurant.* Fr. DR. Fl. Alg. p. 270. (Huc etiam *Parm. vitellina* p. 252). Simul var. *erythrella* (Ach.) et *ochracea* (Schær.).

26. — *atra* Ach. DR. Fl. Alg. p. 251. Et var. *discolor* (Duh.).

27. — *parella* Ach. *P. pallescens* Fr. DR. Fl. Alg. p. 289
28. — *rubra* Ach. DR. Fl. Alg. p. 250.
29. — *sophodes* Ach. Oran (Balansa).

Subgenus *Urceolaria* (sporis fuscis varie septatis).

30. — *ocellata* (Vill.) Schær. DR. Fl. Alg. p. 254.
31. — *scruposa* Ach. DR. Fl. Alg. p. 255. — Var. *diacapsis* (Ach.) Oran.

1. *Dirina repanda* (Fr.) *D. ceratoniæ* Fr. DR. Fl. Alg. p. 256. t. 17 f. 5 et *D. Massiliensis* DR. et Mont. p. 257.
1. *Glypholecia candidissima* Nyl Batna (Balansa).
1. *Pertusaria communis* DC. DR. Fl. Alg. p. 288.
2. — *leioplaca* Schær. DR. Fl. Alg. p. 288.
3. — *Wulfenii* DC. DR. Fl. Alg. p. 289.

Trib. XV. Lecidineæ. (1)

Subgenus *Biatora* (apotheciis varie coloratis).

1. *Lecidea testacea* Ach. DR. Fl. Alg. p. 263 (sub Biatora).
2. — *lurida* Ach. DR. Fl. Alg. p. 263.
3. — *ferruginea* Schær. DR. Fl. Alg. p. 269.
4. — *fossarum* Duf. *Biat. Rousselii* DR. et Mont. Fl. Alg. p. 269.
5. — *vernalis* Fr. DR. Fl. Alg. p. 265 varietatibus *anomala* (Ach.) p. 269, *leptalea* (DR. et Mont. p. 268), *muscorum* (Schær. *Biat. decolorans* DR. Fl. Alg. p. 266). (2)
6. — *sanguineoatra* (Wulf.). Philippeville (Durieu).

Subgenus *Lecidea* (apotheciis typice nigris).

7. — *epigæa* Schær. Oran (Balansa).

(1) Forte huic tribui jungi possint genera exotica *Coenogonium* et *Chrysothrix* Mont.; sunt saltem vicina.

(2) *Biatora vernalis* species est quam maxime polymorpha. Immo facile crederem *Scutulam Wallrothii* Tul. ejus esse prolem fortuito parasitice ad lichenes frondosos obviam. Pycnides *Biatoræ luteolæ* Fr. affinis sunt subsimiles iis ejusdem.

8. — *canescens* Ach. DR. Fl. Alg. p. 270.
9. — *decipiens* Ach. *B. decipiens* DR. Fl. Alg. p. 264.
10. — *candida* Ach. DR. Fl. Alg. p. 271.
11. — *mammillaris* (Gouan) DR. Fl. Alg. p. 272.
12. — *vesicularis* Ach. DR. Fl. Alg. p. 272.
13. — *tabacina* Schær. Batna, Oran (Balansa).
14. — *cinereovirens* Schær. Constantine, Batna (Bal.)
15. — *chalybeia* Borr. Oran (Balansa).
16. — *fuscoatra* Ach. Constantine (Balansa).
17. — *petræa* Flot. *L. atroalba* DR. Fl. Alg. p. 275.
18. — *geographica* (L.) DR. Fl. Alg. p. 275.
19. — *lapicida* var. *silacea* Fr. DR. Fl. Alg. p. 272.
20. — *contigua* Fr. DR. Fl. Alg. p. 273. — Var. *subdispersa* Nyl. Oran (Balansa).
21. — *parasema* (Ach. et DR. Fl. Alg. p. 275 pro. p.) Nyl. *L. milliaria* DR. Fl. Alg. p. 277. *L. nitidula* DR. Fl. Alg. p. 274. — Var. *enteroleuca* (Ach. DR. Fl. Alg. p. 276). — Var. *lutosa* (Schær. *L. philippeana* Mont.) eximia ad Batna (Balansa).
22. — *aromatica* Ach. *L. sabuletorum* DR. Fl. Alg. p. 276.
23. — *atrosanguinea* (Flk.) Alger (DR.), Oran (Bal.)
24. — *disciformis* (Fr.) Nyl. Oran (Balansa). Var. *stigmatea* (Ach.) ad Oran et Constantine (Bal.)
25. — *pruinosa* (Sm.). Constantine (Balansa). Status est acrustaceus lecideinus *Lecan. cervinæ.*
26. — *patellarioides* Nyl. Alger (Durieu).

(Trib. XVI. Xylographideæ.)

Sporis typice constanterque simplicibus generibus *Xylographa* et *Agyrio* Fr. pro p.

Trib. XVII. Graphideæ.

1. *Opegrapha grumulosa* Duf. *Lecanactis grum.* DR.

Fl. Alg. p. 281. — Varr. *dirinaria* et *platycarpa* Nyl. Oran (Balansa).

2. — *varia* Pers. ff. *pulicaris* et *diaphora* Fr. DR. Fl. Alg. p. 278; f. *elevata* (DC.) ad Oran (Bal.)

3. — *atra* Pers. c. f. *lithyrga* (Ach. *saxatilis* DC.) DR. Fl. Alg. p. 280.

4. — *Duriæi* Mont. DR. Fl. Alg. p. 279 t. 18 f. 1.

5. — *albocincta* Nyl. Oran (Balansa).

6. — *stictica* (*Lecanactis* DR. et Mont. Fl. Alg. p. 282. t. 18 f. 2).

1. *Stigmatidium crassum* (DC.). *Sagedia aggregata* Fr. DR. Fl. Alg. p. 287.

1. *Arthonia ramosula* Nyl. *Opegrapha scripta* DR. Fl. Alg. p. 281.

2. — *albopulverea* Nyl. Oran (Balansa).

3. — *variiformis* Nyl. Oran (Balansa).

4. — *melanophthalma* Duf. *A. Swartziana* DR. Fl. Alg. p. 283.

5. — *astroidea* f. *radiata* Ach. DR. Fl. Alg. p. 280 (sub *Opegr. atra*). Specim. Alger. non vidi.

6. — *parasemoides* Nyl. Batna (Balansa).

7. — *cinnabarina* Wallr. *Coniocarpon cinnab.* DC. DR. Fl. Alg. p. 283.

Subtrib. Strepsodineæ.

(Apotheciis plicatis vel lirelliformibus, thecis polysporis.)

1. *Sarcogyne simplex* (Dav.). *Lecidea spilota* (*acrustacea*) Mont. DR. Fl. Alg. p. 273.

2. — *petræa* (*Opegr. petræa* DR. Fl. Alg. p. 278).

(Trib. XVIII. Mycoporeæ.)

Huc *Mycoporum elabens* Flot., forte vero sit fungillus ad crustam lichenosam parasiticus. Similiter adhucque potius *Abrothallus Smithii* Tul. (cui redu cendi credo *A. Welwitzschii* et *microspermus*) e lichenibus excludendus sit.

Series VI. PYRENODEÆ.

Trib. XIX. Endocarpeæ.

1. *Thelocarpon albidum* Nyl. Oran (Balansa).
1. *Endocarpon miniatum* Ach. DR. Fl. Alg. p. 285.
2. — *rufescens* Ach. DR. Fl. Alg. p. 286.
3. — *hepaticum* Ach. *E. pusillum* Hedw. DR. Fl. Alg. p. 287.
4. — *tenellum* Nyl. Oran (Balansa).
5. — *cinerascens* var. *subcrustosum* mihi. Constantine (Balansa.)
6. — *pallidum* Ach. Constantine (Balansa).

* Gelatina hymenea iodo vinose tingitur, paraphyses nullæ.

1. *Verrucaria areolata* (Ach.). *End. areolatum* Nyl. olim. Constantine (Balansa).
2. — *nigrescens* Pers. DR. Fl. Alg. p. 291. — Simul varr. *fuscella* (Ach.) et *viridula* (Ach.) Oran, Constantine (Balansa).
3. — *maura* Whlnb. DR. Fl. Alg. p. 292.
4. — *amphibola* Nyl. Constantine (Balansa).
5. — *rupestris* Schrad. *V. muralis* DR. Fl. Alg. p. 290.

** Gelatina hymenea iodo non coloratur.

6. — *gibba* Nyl. Constantine (Balansa.)
7. — *gemmata* Ach. DR. Fl. Alg. p. 292. — Et var. *epipolæa* (Ach.) Oran (Balansa).
8. — *nitida* Schrad. DR. Fl. Alg. p. 292.
9. — *epidermidis* Ach. Fr. DR. Fl. Alg. p. 292. (*V. punctiformis* ibid. non differre videtur).
10. — *rhyponta* Ach. DR. Fl. Alg. p. 293. Vix est nisi præcedentis varietas.

Quant à la fréquence relative avec laquelle ces lichens se trouvent distribués en Algérie, nous ne possédons pas de renseignements suffisants à cet égard. Beaucoup d'autres espèces seront sans doute encore découvertes dans ce pays intéressant, et il paraît peu probable qûe des vulgarités européennes, telles que les *Platysma glaucum*, *Lecanora vitellina*, *badia*, *Cladonia cornucopioides*, *macilenta*, *Bœomyces rufus*, *Biatora luteola*, *Peltigera polydactyla*, etc., puissent y manquer. Quelques représentants des genres *Umbilicaria* et *Sphærophoron* seront aussi probablement rencontrés dans les régions montagneuses, de même que dans la plaine se retrouveront, à ce qu'on peut présumer, les *Lecidea albilabra* Duf., *opaca* Duf., *adglutinata* Duf., *Biatora olivacea* (Duf.), *Chiodecton myrticola*, *Pertusaria cœsioalba* (Phlyctis Flot.), *Endocarpon Guepini*, et plusieurs autres formes particulières à la flore de l'Europe méridionale, avec laquelle celle de l'Algérie offre une si grande analogie.

Leptogium.

1. LEPTOGIUM PALMATUM Mont. Can. p. 128. *Collema corniculatum* DC. Fl. Fr. 2 p. 384 ex hbar. Duf. Cette espèce à fruits scutelliformes est totalement distincte de l'*Obryzum corniculatum* Wallr. Fl. Cr. Germ. 2 p. 296. Tul. mém. t. 6. f. 15–20, qui porte des fruits endocarpes et d'une structure tellement différente, que la séparation en deux genres de ces plantes souvent confondues est inévitable et certainement autorisée. Afin de mieux préciser leurs caractères distinctifs, nous donnons ici les diagnoses de ces deux espèces :

LEPTOGIUM PALMATUM Mont. Thallus laciniatus, laciniis corniculato-convolutis, apothecia cupuliformia, dilute rufa

margine thallino supra concolore; (1) sporæ ellipsoideæ varie divisæ sæpimentis tenuibus transversis, longitudinalibus vel obliquis, longit. 0,040-27mm., crassit. 0,018-16mm. — Gelatina hymenea iodo cœrulescit, ea thalli pro parte saltem dilute rubet.

Obryzum corniculatum Wallr. Thallus sinuoso-foliaceus laciniatus, laciniis lobatis interdum convolutis, apothecia endocarpea minuta in lobis dispersa; sporæ breviter fusiformes utroque apice acutæ, longit. 0,016-21 mm., crassit. 0,005-6 mm., paraphyses nullæ. — Gelatina hymenea iodo non coloratur neque ea thalli.

2. Leptogium schraderi var. *cæspitellum* mihi. Thallus parvus castaneo-cinerascens dense cæspitosus, lacunoso-rugosulus, digitatim ramosus, teretiusculus, ramulis ambitus nonnihil decumbentibus, apothecia ignota, spermatogonia nucleo minuto albido sub cortice celluloso latentia; spermatia tenella cylindrica longit. 0,004 mm., crassit. vix 0,001 mm. — Ad terram muscosam prope Oran (Balansa). — Cæspitulus vix 2 mm. altus, ramuli fere 0,25 mm. crassi. Status typicus *Leptogii Schraderi* (E. Bot. 2284), etiam in ericetosis ad Fontainebleau raro obvius, differt thallo magis virescente magisque effuso nec distincte cæspituloso. *Myxopuntia algeriensis* Mont. eidem adhuc similior. — *Collema bacillare* Wallr. omnino convenire videtur cum hac specie.

Collema.

3. Collema aggregatum mihi. *Coll. fasciculare* var. *aggregatum* Ach. L. U. p. 648, Syn. p. 317 et hbar. Ach. *Coll. fasciculare* Fr. S. V. Sc. et L. S. exs. 50. *Coll. thysanæum* Moug. et Nestl. St. Vog. 453.

(1) Signo; separamus partem non-microscopicam (statumque lichenis siccum semper modo respicientem) et microscopicam cujusvis diagnoseos.

Nous ne pouvons pas conserver le nom *Collema fasciculare*, ce nom n'ayant pas chez les auteurs un sens précis, et comprenant ordinairement trois choses différentes, à savoir: 1° notre *Collema aggregatum*, 2° le *Coll. conglomeratum* Hffm. (Zw. exs. 167) et 3° une petite forme du *Coll. plicatile* Ach. (Smrf. cr. norv. 164) à laquelle appartient peut-être aussi le *Collema fasciculare* DR. Fl. Alg. p. 202. — Le *Coll. conglomeratum* présente cette particularité, qu'une tranche mince de son thalle soumise à l'iode devient rouge en desséchant. Cela se voit du reste également chez le *Coll. furvum* Ach. La coloration rouge se produit seulement à l'état sec et disparaît immédiatement lorsqu'on ajoute de l'eau ou un autre liquide quelconque. Au contraire l'iode colore à l'instant en rouge le thalle du *Collema auriculatum* Hffm.

4. Collema myriococcum Ach., Collema chalazanum Ach. (Zw. exs. 164). Ces deux espèces forment dans le genre *Collema* un groupe particulier caractérisé par des spores simples et un *hymenium* se colorant en rouge vineux intense avec l'iode. Le premier a des spores sphériques, le dernier des spores ellipsoïdes. Nous n'avons pas eu occasion de vérifier si la plante citée sous le nom de *C. myriococcum* dans la Flore de l'Algérie p. 208 est bien l'espèce d'Acharius. Du *C. placynthium* l. c. p. 203 de Ghelma, nous n'avons vu qu'un échantillon stérile, d'ailleurs assez semblable au *C. chalazanum* Ach.

5. Collema nummularium Duf. (in Hisp. 1812. hbar. Duf.). *Omphalaria nummularia* DR. et Mont. Fl. Alg. p. 200 proparte. — Thallus niger opacus orbiculatim lobatus depressus, infra inæqualis, umbilicato-adfixus, apothecia lecanorina, crebre plerumque disposita, margine thallino levi cincta, plana rubricoso-fuscescentia; sporæ 8nae in ascis simplices ellipsoideæ longit. 0,014-11 mm., crassit. 0,007-6 mm., spermatia tenella oblongo-ellipsoidea longit.

0,002-0,0025 mm., crassit. 0,001 mm. — Gelatina hymenea iodo eximie cœrulescit.

Thallus latitudinem usque 8 mm. adtingit, discus apotheciorum 0,8 mm. Structura thalli omnino ab ea Omphalariarum diversa: e substantia consistit hyalina alveolis oblongo-rotundatis crebris majusculis excavata in quibus singulis granula gonima 1 vel 2, rarius 3 vel plura continentur globulo gelatinoso valde hyalino involuta; substantia interposita ab aliis præterea alveolis multoties minoribus magisque irregularibus vacuis perforata est. — Hæc species ab Omphalariis differt ea structura thalli apotheciisque lecanorinis. Forsan optime ad proprium referendum si genus.

Omphalaria.

6. Omphalaria nummularia DR. et Mont. Fl. Alg. p. 200. (excl. syn. Duf.). Apothecia vel nucleis plus minus dispersa vel confluentia effusa obscura rufescentia; sporæ breviter ellipsoideæ 0,007-9 mm. longæ, 0,004-5 mm. crassæ, numerosæ in ascis vel saltem usque ad 24. — Gelatina hymenea iodo eximie coerulescens, thecarum vinose rubens. Spermatogonia vel inter paraphyses apotheciorum sita vel seorsim obvenientia; spermatia tenella ut apud sequentem. — Varietas cæspitose divisa sterilis. — Thallus mox gelatina filamentis intertexta tubulosis facillime ab eo speciei præcedentis discernitur.

7. Omphalaria Girardi DR. et Mont. Fl. Alg. p. 199 (1). Thallus niger, interdum cæsio-cinerascens, monophyllus simplex, subtus in speciminibus magnis nonnihil nervoso-rugosus, apothecia endocarpea vel urceolata; sporæ 8næ breviter ellipsoideæ longit. 0,011-9 mm., crassit. 0,009-6 mm. — Ad Constantine cum præcedente speciminibus steri-

(1) Verisimiliter est *Collema elveloideum* Ach. L. U. p. 641. Syn. p. 318.

libus spermatiferis latitudinis semipollicaris; spermatia ellipsoidea longit. 0,0025-0,003 mm., crassit. 0,001 mm. — In thallo ejus Sphæria occurrit minuta parasitica, eadem ac ad *Lecideam cinereovirentem* Schær. (Cf. Nyl. Coll. Gall. mer. Pyren. p. 7).

8. Omphalaria nummularioides mihi. — Thallus parvulus ater crassus peltatus lobatus infra centro late adfixus, apothecia endocarpea; sporæ 8næ ellipsoideo-fusiformes longit. 0,011-12 mm., crassit. 0,003 mm., paraphyses parciusculæ, spermatia tenuissima. — Ad rupes calcareas prope Constantine (Balansa). — Ab *Omphal. phylliscoide* (prope Monspelium ad saxa dolomitica obveniente) vix differt nisi sporis utroque apice acutiusculis, et forsitan specie non sint separandæ. — In *Phyllisco endocarpoide* (Endocarpo phyllisco Whlnb. Smrf. Cr. Norv. 58) et *Demangeonii* (Mont. et Moug.) externe similitudinem quandam offerentibus structura thalli diversissima, paraphyses nullæ gelatinaque hymenea iodo vinose rubens.

Calicium.

9. Calicium lenticulare var. *debile*. *Cal. debile* Turn. et Borr. Lich. Brit. p. 151. Sm. E. Bot. 2462. *Cal. subtile* Fr. L. E. p. 388 pr. p. L. S. exs. 14. Smrf. Cr. Norv. 55. Moug. St. Vog. 1161. Zw. exs. 13 A. B. C. — Thallus obsoletus, apothecia tota atra stipite gracili; sporæ nigricantes ellipsoideæ simplices vel sæpe obsolete uniseptatæ, longit. 0,009-10 mm., crassit. 0,005-3 mm. — Gelatina hymenea iodo dilute coerulescit (vix in specim. europæis). — Ad lignum emortuum *Quercus ballotæ* in latere boreali montis Djebel-Tougour, elevatione 1600 metrorum supra mare.

Il est très probable que d'autres *Calicium* viennent dans les bois élevés de l'Algérie. Ce genre paraît, du reste, être moins exclu des pays chauds qu'on ne l'a cru. Nous avons

vu le *Calicium trachelinum* Ach. parmi les lichens rapportés du Pérou par M. Weddell.

Parmelia.

10. Parmelia sinuosa var. *hypothrix* Nyl. Coll. Gall. mer. et pyren. p. 7 (Bot. notis. Stockholm 1853). Il est identique avec le *Parm. tiliacea* DR. Fl. Alg. p. 233. De Not. Nuov. Caratt. Parmel. p. 16, fig. 8, et probablement l'*Imbricaria revoluta* Flk. Fw. Zw. exs. 181, ce dernier en état stérile. Son *excipulum thallinum* est hérissé de cils noirs en dessous, comme dans la variété analogue *ulothrix* du *Physcia obscura* Fr.

11. Parmelia villosa Ach. Meth. Lich. p. 254. *Borrera villosa* Ach. L. U. p. 501. Syn. p. 223. *Evernia villosa* Fr. L. E. p. 27. *Physcia villosa* Schær. En. p. 10. — Cette espèce se rapprochant beaucoup des *P. chrysophthalma*, *pubera* et *flavicans* Ach. meth., ne peut guère être séparée du genre *Parmelia*.

Physcia.

12. Physcia intricata Schær. En. p. 11. *Parmelia atlantica* Ach. meth. Suppl. p. 50. *Borrera atlantica* Ach. L. U. p. 502. Syn. p. 223. *Evernia intricata* Fr. L. E. p. 27. — Ce lichen présente tant de rapports avec certaines modifications (var. *crinalis)* du *Physcia ciliaris*, que Schærer a sans doute raison de les réunir dans le même genre. Les spores sont aussi du type caractéristique pour ce genre (dans notre sens), ellipsoides brunâtres et à une cloison transversale très distincte.

Peltula.

Thallus peltatus infra rhizinis nonnullis longis centralibus terræ adfixus, apothecia primo endocarpea dein discoidea valde dilatata.

13. Peltula radicata mihi. — Thallus parvus ferrugineo-brunneus peltato-squamosus, superficie irregulariter

parce strigoso-insculptus, centro depresso, infra rhizinis pallidis validiusculis paucis instructo, apothecia solitaria centralia discoidea concolora, margine thallino depresso; sporæ numero indeterminato (8-48 vel forte adhuc plures) in ascis contentæ sphæricæ, diam. 0,007-5 mm.—Ad terram arenæ subtilis prope Biskra una cum *Lecanora endocarpea* (Fr.). — Thallus texturæ satis laxæ, crassitie circa 0,6 mm., latitudinemque fere 3 mm. in speciminibus visis adtingens, rhizinæ interdum longitudinem 7 mm. superantes, 0,15 mm. crassæ, e filamentis distanter articulatis invicem adglutinatis compositæ. Apothecium unicum in quavis squama thallina, externe parum manifestum licet vetustum prope squamam totam occupans; hymenium iodo coerulescit, postea aurantiaco rubet. — Nil huic speciei vere accedens cognosco. Obiter visa facie est fere *Endocarpi hepatici*, sed revera, exceptis rhizinis, haud multum distat a *Lecanora solorinoide* mihi (in Syria ad Beiruth a D. Blanche lecta) thallo pallide testacco coriaceo-rugoso, apotheciis rufis urceolato-impressis, sporis 8næ dilute flavis ellipsoideis longit 0,016-20 mm., crassit 0,009 mm.

Pannaria.

14. Pannaria triptophylla (1) var. *nigra*. *Collema nigrum* Ach. Syn. p. 308. *Lecidea nigra* Ach. meth. p. 76. *Lecidea corallinoides* Flk. in Berl. Magaz. 1809. 3. Flot. in Linnæa 1850 p. 354. Moug. St. Vog. 552. Schær. L. H. 226. *Parmelia triptophylla* var. Fr. L. E. p. 92. *Lecidea triptophylla* var. *corallinoides* Schær. Enum. p. 99. — Les spores, simples dans la forme typique, varient à 1-3 cloisons dans cette variété lécidéine qui est assez constante.

Nous distinguons le sous-genre *Pannaria* surtout par ses gonidies (souvent d'un vert pâle bleuâtre) en forme de grains

(1) Haud plane in sensu Domini Massalongo.

agglomérés ou réunis quelquefois en de courts chapelets, jamais simples ni revêtus chacun d'une membrane cellulaire propre comme chez les autres lichens de la série des Placodeæ. Les espèces européennes appartenant à ce sous-genre sont 1° *P. rubiginosa* Del., 2° *P. plumbea* Del., 3° *P. brunnea* Mass. (cum var. *coronata* Hffm.), 4° *P. nebulosa* (Hffm. Desm. Cr. Fr, éd. 2. 543), 5° *P. byssina* (*Collema byssinum* Hffm. Flk. Zw. exs. 174), 6° *P. microphylla* Mass., 7° *P. Saubineti* (Mont.), 8° *P. adglutinata* (Kphbr), 9° *P. muscorum* Del.

Lecanora.

15. Lecanora mutabilis (Ach. sub Urceolaria, L. U. p. 335. Syn. p. 140). Thallus albidus cartilagineo-lævigatus diffracto-verrucosus, apothecia in verrucis innata, urceolato-impressa nigra, intus cinereo-nigricantia; sporæ 4-8næ in ascis, ellipsoideæ, longit. 0,041-35 mm., crassit. 0,025-28 mm. — Ad corticem arborum montis Djebel-Tougour prope Batna. — Pertusariis affinis. Apothecia juniora pallida, a strato corticali tecta. Hymenium iodo e coeruleo mox evanescente colore vinoso-aurantiaco tingitur (in Pertusariis persistenter coerulescit). Thallus interdum, præsertim ambitu, squamulosus.

16. Lecanora glaucoma var. *corrugata* mihi. Thallus albidus rugoso-verrucosus, apothecia superficialia glaucopruinosa, humectata coerulescentia; sporæ ellipsoideæ longit. 0,015 mm., crassit. 0,009 mm. — Ad cortices et ligna prope Batna (Balansa). — Dicerem eam esse varietatem *Parmeliæ rugosæ* Fr. L. E. p. 182 valde propinquam *Lundensi* Fr. l. c. (var. *Lecan. cinereæ* ex cel. Flotow), at in hac (Fr. L. S. exs. 321) sporæ multo majores seu longit. 0,024-28 mm., crassit. 0,016-23 mm., thallusque de cetero alius et apothecia impresso-adnata. Facile abit nostra in statum variolosum, tunc optime simulans *Phlyct. cæsioal-*

bam Flot., quæ non identica est cum Parmelia ejusdem nominis apud ill. Fries.

17. LECANORA AURANTIACA var. *erythrella* (Ach. L. U. p. 401. Syn. p. 175). Schær. L. H. 223 (sub nom. *Lecid. aurantiaca γ flavovirescens* Wulf.). — Thallus flavus arcolato-diffractus, obsolete rugosulus, apothecia rubro-aurantiaca biatorina (1); sporæ ellipsoideæ longit. 0,011-12 mm., crassit. 0,007 mm., contento oleoso ad utrumque sæpissime apicem reducto. — Ad saxa calcarea duriora prope Oran (Balansa) mixtim cum *Dirina repanda.*

LECANORA AURANTIACA var. *ochracea* (Schær En. p. 149 sub Lecidea). *Parmelia ochracea* Fr. L. E. p. 164.— Thallus tenuissimus dilute ochracco-flavus, leprosus, apothecia biatorina fulvo-ochracea; sporæ ellipsoideæ longit. 0,010 mm., crassit. 0,004 mm. — Ad lapides calcareas recentioris formationis prope Oran (Balansa).

Nous rapportons cette espèce, quoique ses fruits se présentent le plus souvent sous la forme d'un *Biatora*, au genre *Lecanora*, à cause de son affinité avec le *Lecanora cerina* Ach.

18. LECANORA ATRA var. *discolor* (Dub. Bot. Gall. 670). Schær. En. p. 72 — Thallus albus granulosus hypothallo nigricante obsolete limitatus, apothecia opaca atra intus concolora; sporæ ellipsoideæ longit. 0,011-13 mm., crassit. 0,007 mm., hymenium violacco-tinctum, spermatia cylindrica recta longit. 0,017 mm., crassit. 0,001 mm. — Ad schistos argillaceos prope Oran (Balansa).

19. LECANORA SOPHODES Ach. L. U. p. 356. Syn. p. 153. Schær. En .p. 70. *Parmelia sophodes* Fr. L. E. p. 189. L.

(1) *Biatorina* h. e. colorata, non nigra, nec a margine thallino coronata, sed margine, ubi adest, ab hypothecio (perithecio, exciplo proprio) formato. Apothecia nigra *lecideinea* dicuntur.

S. exs. 252. *Lecanora confragosa* Ach. Meth. Suppl. p. 33. *Lecanora metabolica* Ach. L. U. p. 351. Syn. p. 153. Fr. L. S. exs. 341. *Lecanora periclea* var. *exigua* Ach. Syn. p. 151. *Lecanora atra* β *exigua* Schær. En. p. 72. L. H. 589. *Lecanora Friesiana* Dub. Bot. Gall. p. 669. *Parmelia atrocinerea* Fr. L. E. p. 151 (hæc saxicola, vix ut var. differt). *Lecanora roboris* Duf. — Thallus albidus verrucoso-granulatus, apothecia opaca nigra intus pallida; sporæ fuscæ ellipsoideæ uniseptatæ, longit. 0,015-18 mm., crassit. 0,006-9 mm. — Ad ramos emortuos arborum prope Oran (Balansa). — Hæc in Europa species est valde polymorpha, thallo sæpe virescente vel obscurato, sporis optime dignota.

20. Lecanora endocarpea (Fr. L. E. p. 128 sub Parmelia). *Endocarpon Dufourei* DR. et Mont. Fl. Alg. p. 285 t. 18 f. 3. *Parmelia amniocola* var. *endocarpea* Schær. En. p. 54 pr. p.— Thallus olivaceo-fuscus lobato-squamosus, squamis bullato-plicatis, dense aggregatis interdum imbricatis, apothecia prope concolora parva, juniora fere endocarpea, vetustiora, margine thallino dilatato, urceolata; sporæ 8næ ellipsoideæ longit. 0,014-10 mm., crassit. 0,006-7 mm. — Prope Biskra ad terram sabulosam et saxa recentioris formationis (Balansa). — Externe Collemacei propemodum habitus et coloris. Thallus crassitie circa 0,2 mm. e cellulis sphæricis laxe junctis contextus. Hymenium iodo coerulescens, paraphyses distinctæ. — In Endocarpis paraphyses nullæ, gelatina hymenea iodo rubens, structura thalli firmior.

Glypholecia.

Thallus squamoso-crustaceus. Apothecia mox punctiformia sparsa, serius plura confluentia ad unicum collectivum, margimibus thallinis remanentibus irregulariter flexuose, interrupte costatum, glyphidiforme.

21. Glypholecia candidissima mihi. — Thallus albus tartareus crassus (7 mm. saltem adtingens), inferne concretus, superne in squamas divisus horizontaliter expansas arcte areolato-congestas turgidas, superficie tenuiter farinosas, apothecia fusca juniora minuta discreta plura in squama singula, vetustiora confluentia (ita composita usque ad 3 mm. latitudine adtingentia), marginibus thallinis gyrose remanentibus variegata; asci polyspori, sporæ minutissimæ plerumque sphæricæ, diam. 0,0035-0,004 mm., epithecium brunneum. — Ad rupes montis Djebel-Tougour (Balansa). — A genere Lecanora differt apotheciis confluentibus vel rectius hypotheciis singulis incoloribus primo discretis ad universale commune se sensim jungentibus, thalamia vero singula invicem lateribus separantibus. Thallus tartareus h. e. e granulis microscopicis constitutus albis (sub microscopio dilute flavis), immixtis cristallis minutis octoëdricis carbonatis calcici et filamentis satis parcis; sub strato corticali e cellulis parvis obscure contexto stratum gonidiorum distinctum adest. In unico specimine viso thallus diametri fere pollicaris, aliquotenus illum *Lecanoræ Lagasçæ* Ach. referens, superne conspectus.

Lecidea.

22. Lecidea epigæa Schær. spic. p. 118. En. p. 103. Fr. L. E. p. 290. — Thallus albidus stellato-radiatus adnatus, superficie scabridus, laciniis ambitu lobulatis confertis, in medio thalli plicato-congestis, apothecia plana nigra margine validiusculo albopruinoso, intus sub epithecio levissime cinerascentia; sporæ 8^næ^ in ascis fuscæ ellipsoideæ uniseptatæ, longit. 0,011-15 mm, crassit. 0,006-7 mm., hypothecium fusconigrum, spermatia cylindrica longit. 0,005 mm., crassit. 0,001 mm. — Ad terram arenosam prope Oran (Balansa), eximie evoluta, rosulis fere pollicaris diametri. Gelatina hymenea iodo intense cœrulescit.

23. Lecidea tabacina Schær. En. p. 100. *Psora tabacina* (Ram.) DC. Fl. Fr. 2. p. 367. *Biatora tabacina* Fr. L. E. p. 253. *Lecidea vesicularis* b. *paradoxa* Fr. L. E. p. 287. — Thallus ferrugineo brunneus bullato-squamosus, squamis plicatis confertis, apothecia adpressa atra intus albida; sporæ 8^næ^ in ascis fusiformi-cylindricæ vel elongato-ellipsoideæ, longit. 0,018-12 mm., crassit. 0,0045 mm. — Ad Djebel-Tougour simul cum *Lecidea candida* et ad Oran (Balansa).

24. Lecidea cinereovirens Schær. Spic. p.109. En. p. 95. Fr. L. E. p. 286. *Patellaria Prostii* Dub. Bot. Gall. p. 651. *Lecidea imbricata* Mont. Ann. Sc. nat. 2. XVI p. 125. — Thallus cervino-brunneus crassus (3 mm. adtingens), squamoso-imbricatus, squamis leviter sinuatis, cartilagineis, apothecia atra opaca sæpe pruinosa intus medio late albida; sporæ 8^næ^ in ascis, cylindricæ, longit, 0,023-17 mm., crassit. 0,004-3 mm., spermatia gracilia curvatula longit 0,018 mm., crassit. 0,001 mm. — Ad saxa prope Constantine et Batna (Balansa), in speciminibus ex hoc loco thallus luxurians fere illum *Biatoræ luridæ* simulans. Gelatina hymenea iodo vinose rubescit, præcedente coerulescentia diluta. Variant sporæ simplices vel tenuiter 3-septatæ.

Lecidea aromatica Ach. Syn. p. 19. Desm. Cr. Fr. éd. 2. 44. *L. sabuletorum* var. *campestris* Fr. L. E, p. 340 (saltem pro p.). *L. sabuletorum* DR. Fl. Alg. p. 276. *Lichen aromaticus* Sm. E. Bot. 1772. — Thallus albido-cinerascens squamuloso-granulatus, granulis obsolete crenulatis imbricato-congestis, apothecia planiuscula tenuiter marginata plerumque aggregata, opaca atra, intus sub epithecio anguste cinerascentia; sporæ dilute flavæ oblongo-cylindricæ 1-3 septatæ vel simplices, longit. 0,018-25-13 mm., crassit. 0,0045-0,0025 mm., hypothecium fuscum vel nigricans.

spermatia gracilia recta vel leviter curvata longit. circa 0,016 mm., crassit. 0,001 mm. — Ad terram prope Oran (Balansa). — Hymenium iodo intense coeruleseit, dein ex sordide violacco obfuscatur. Variat in Gallia apotheciis (in sicco) intus totis nigris vel medio albicantibus. Mihi hæc Lecidea modo varietas sit *Lecideæ parasemæ*, quæ, ut omnes species vulgatæ, formis maxime variis ludit. *Lecidea acervulata* Nyl. Animadv. Lich. Scand. 9, haud multum differt.

26. LECIDEA CONTIGUA var. *subdispersa* mihi. Thallus albidus cartilagineus granuloso-squamulosus, squamulis plus minus dispersis, apothecia opaca plana marginata intus sub epithecio cinerascentia; sporæ dilute flavæ ellipsoideæ vel oblongo-cylindricæ, simplices, longit. 0,11-18 mm., crassit. 0,005-6 mm., hypothecium atrum.— Ad terram arenosam prope Oran (Balansa). Hymenium iodo e coeruleo violacee obscuratur. *Lecidea contigua* Fr. (æque ac *L. polycarpa* Fr., *lapicida* Fr. et *spilota* Fr.) facile adhuc varietatem sistit *Lecideæ parasemæ*. Ita saltem observationes nostræ omnes credere suadent. *Lecidea turgida* Schær. varietas *L. contiguæ*, *L. umbilicata* Ram. Desmaz. *L. petrææ* Flot.

27. LECIDEA PARASEMA Ach. pr. p. DR. Fl. Alg. p. 275 pr. p. Nyl. Obss. Lich. Holm. in Bot. Notis. 1852 p. 175 f. 3. *L. parasema* var. *convexa* Fr. L. E. p. 330 L. S. exs. 216 D. *Patellaria glomerulosa* DC. Fl. Fl. Fr. 2. p. 937 (ex hb. Duf.) *L. dolosa* Whlnb. (1) Lapp. p. 470 (ex spec. auctoris, etiam in mus. Paris. e Lapp. Kemensi). Thallus albidus vel cinerascens vel leviter flavescens, granulato-rugosus rimosus, apothecia convexiuscula, interdum marginata, intus sub

(1) Non Fries, quæ est mea *Platygrapha periclea* (Parmelia Ach. Meth. p. 156), cujusque varietatem effert *Chiodecton graphidioides* Leight. (*Schismatomma dolosum* var. *rimatum* Flot.) etiam in Gallia obveniens.

epithecio leviter cinerascentia ; sporæ simplices ellipsoideæ dilute flavæ longit. 0,014-11 mm., crassit. 0,007-8 mm., hypothecium fuscobrunneum. — Ad cortices Algeriæ. — In speciminibus integris thallus nigro-limitatus. Hymenium iodo se habet ut apud duas præcedentes. In specimine e Djebel-Tougour (Balansa) ad ramulos apothecia rarissime immixta inveni eidem simillima *Arthoniæ* (*A. parasemoides* mihi), colore eodem, at structura hujus generis, paraphysibus nullis discretis, sporis triseptatis ovoideis longit. 0,013-11 mm., crassit. 0,004 mm.

Lecidea parasema var. *lutosa* (Schær. En. p. 116). — Thallus ochraceo-testaceus areolatus, apothecia superficialia, margine tenui vel evanescente, vetustiora convexa, intus concolora nigra, sub epithecio levissime cinerascentia, inferius fusca; sporæ longit. 0,013-8 mm., crassit. 0,004-5 mm. — Prope Batna ad saxa calcarea (Balansa). — Thallus sub strato gonimo dilute ochraceo-tinctus.

Lecidea parasema var. *enteroleuca* (Ach. Syn. p. 19. Fr. L. E. p. 381. L. S. exs. 27) cum forma *elæochroma* (Ach. Syn. p. 18. Smrf. Cr. Norv. 46 et 47. Desm. Cr. Fr. éd. 2. 1127). *L. enteroleuca* var. *olivacea* Fr. L. E. p. 331. certissime specie non differt a statu typico. Spermatia ut illo leviter arcuata gracilia longit. 0,016 mm., crass. 0,001 mm. Apothecia in hac forma corticola variant pro parte obscure pallescentia (eis omnino pallidis evadit *L. exigua* Chaub.) Etiam ad saxa obvenit.

Lecidea nitidula Fr. pr. p. DR. Fl. Alg. p. 274. *L. crustulata* Flk, Flot. Bot. Zeit. 1845 p. 253 *L. parasema* var. *crustulata* Desm. Cr. Fr. éd. 2. 242. nostram exhibet *parasemam* saxicolam, vix varietatis nomen merentem.

28. Lecidea atrosanguinea (Flk. ut var. sub *L. immersa* in Berl. Mag. 3 p. 310. Ach. Syn. p. 28. Schær. En. p. 127).

Verrucaria punctata var. *atrosanguinea* Hffm. D. Fl. 2. p. 192 *Lecidea albocoerulescens* β *immersa* Fr. L. E. p. 296 pr. p. DR. Fl. Alg. p. 272 pr. p.— Thallus obsoletus (e glomerulis constans gonidiorum inter particulas superficiei saxi instratis), apothecia nigra vel atrorubentia planiuscula tenuiter marginata, intus albida ; sporæ 8^næ^ in ascis majusculæ ovoideæ longit. 0,018-32 mm., crassit. 0,009-12 mm., hypothecium incolor, excepto laterali (annulari Fr.) vel etiam infra tenuiter et epithecio rufescentibus. — Ad saxa calcarea prope Alger (Durieu), Oran (Balansa). Apothecia humectata rubent. Hymenium iodo e coerulco obscuratur. In speciminibus quibusdam e Gallia meridionali sporæ minores seu 0,018-14 mm. longæ, 0,010-8 mm. crassæ. — Forsan varietas sit *L. albocœrulescentis* Fr. ad *L. tessellatam* Flk. nimis forte accedentis, at *L. pruinosa* (Sm.) thecis polysporis ab iis evidentissime distat.

29. LECIDEA DISCIFORMIS (Fr. S. V. Sc. p. 115, ut var. sub *L. parasema*, Fr. L. S. exs. 215 A. B. et 216 C. Smrf. Cr. norv. 48. Schær. L. H. exs. 197 et 199) Nyl. obss. Lich. Holm. in Bot. Notis. 1852 et 1853. *L. rivulosa* Desm. Cr. Fr. éd. 2. 244. *Lecidea leptocline* Flot. in Bot. Zeit. 1850 p. 555. *Buellia major* De Not. Framm. p. 24. Mass. Ric. f. 164. *B. parasema* De Not. l. c. p. 25. *B. punctata* Mass. f. 165. *B. saxorum* Mass. f. 169. — Thallus albus tartareus rimuloso-areolatus, apothecia planiuscula tenuiter marginata intus concolora nigra; sporæ fusco-nigricantes vel brunneæ ellipsoideæ distincte uniseptatæ longit. 0,018-23 mm., crassit. 0,009-7 mm., hypothecium fusconigrum, spermatia tenuia cylindrica recta longit. 0,004-5 mm., crassit. 0,001 mm. — Ad saxa calcarea prope Oran (Balansa). — Gelatina hymenea iodo e coeruleo infuscatur.

LECIDEA DISCIFORMIS var. *stigmatea* (Ach. Syn. p. 15).

L. sabuletorum var. *enteroleuca* Fr. L. E. p. 341 pr. p. — Thallus obsoletus (gonidiis in superficie saxi immersis) apothecia tenuiter vel vix marginata, intus albida ; sporæ longit. 0,020-16 mm., crassit. 0,010-11 mm., hypothecium haud coloratum. — Ad saxa calcarea prope Constantine (Balansa) cum *L. pruinosa*, ad Batna statu calcivoro. — Analoga varietas est *Lecideæ disciformis*, ut *enteroleuca parasemæ*.

30. LECIDEA PRUINOSA (Sm. E. Bot. 2244 excl. syn. Ach.). *L. immersa γ pruinosa* Schær. En. p. 127. *L. albocoerulescens β immersa* Fr. L. E. p. 296 pr. p. *Biatora* Fr. L. E. p. 269 (apotheciis majoribus). *L. alboc.* var. *subacrustacea* Desm. Ann. sc. nat. F. 14. p. 117 (1850). Thallus obsoletus (gonidiis in superficie saxi inspersis), apothecia nigra plana pruinosa, humectata rubentia, intus pallida vel albida; asci magni polyspori, sporæ minutissimæ ellipsoideæ longit. 0,006-5 mm., crassit. vix 0,005 mm. Gelatina hymenea iodo coerulescit. — Ad saxa calcarea prope Constantine (Balansa). — His jam conscriptis, observationibus recenter continuatis invenimus *Lecideam pruinosam* absque dubio ullo statum esse ad calcem molliorem obvium acrustaceum *Lecanoræ cervinæ*, ad var. *glaucocarpam* ejus evidenter transeuntem. Ejusdem formam nudam exhibet *Collema athallum* Duf. vel *Lecidea privigna* Ach. Meth. p. 49. E. Bot. t. 2152 f. „ on sandstone. " Hæc Lecanora vulgaris et admodum polymorpha ad saxa calcarea apothecia profert pruinosa, ad granitica et arenaria denudata. *Collema petrosum* Ach. ejus adhuc verisimiliter est varietas.

31. LECIDEA FUSCOATRA Ach. Meth. p. 44. Syn. p. 12. Whlnb. Fl. Lapp. p. 473. Fr. L. E. p. 316. L. S. exs. 385. *Lecidea fumosa* Schær. En. p. 109. L. H. exs. 470. — Thallus fusco-brunneus arcolatus, arcolis plerumque nitidiusculis, hypothallo atro limitatus, apothecia adpressa

tenuiter vel non marginata, intus albicantia inferne strato fusco a thallo discreta; sporae 8^nae^ in ascis ellipsoideae longit. 0,008 mm. crassit. 0,004 mm.; epithecium nigricans, hypothecium fuscum. Gelatina hymenea iodo e coeruleo obscuratur. — Ad saxa granitica prope Constantine.

32. LECIDEA CHALYBEIA Borr. in E. Bot. suppl. 1, tab. 2687, f. 2. Schær. En. p. 117. — Thallus tenuis cinereo-fuscescens, granulosus, apothecia parva (diam. 0,3 mm. vix excedentia) planiuscula, intus fere concolora nigra; sporae 8^nae^ in ascis dilute flavae tenuiter uniseptatae oblongo-ellipsoideae longit. 0,010-7 mm., crassit 0,0025-0,003 mm.; paraphyses (0,002 mm. crassae) eximie clavatae (clava 0,005-8 mm. adtingente nigra), hypothecium rufescens.— Ad oleas prope Oran simul cum *Arthonia variiformi* et *Verrucariae epidermidis* forma parva peritheciis basi inflexis (paraphysibus nullis). — *Lecidea nigroclavata* Nyl. Coll. p. 11. ejusdem est varietas sporis simplicibus. Haec species sporis tenellis et paraphysibus insigniter nigroclavatis facile agnoscitur. Gelatina hymenea iodo amoene coerulescit.

33. LECIDEA PATELLARIOIDES mihi. Thallus effusus tenuis albicans vel obsoletus, apothecia sparsa marginata, margine prominulo vel nonnihil inflexo, epithecio in junioribus concavo, in veterioribus plano, tota atra, intus medio late alba; sporae 8^nae^ in ascis angustis, aciculari-cylindricae, longit. 0,030-46 mm., crassit. 0,003-2 mm., pluriseptatae, paraphyses discretae, hypothecium infra in centro plerumque non denigratum, epithecium fuscum vel nigricans. Gelatina hymenea iodo obsolete vel dilute violaceo-rubens (circa thecas evidentius), hypothecium superne leviter coerulescens. — Ad corticem lentisci, fici et cet. Algeriae lecta est a cel. Durieu. — Nimis forte affinis statui lecideino *Biatorae luteolae* (h. e. var. *endoleucae* Nyl. Obss. Lich. Holm. 2. 15), nec differt nisi hypothecio lateribus atriori et gelatina hyme-

nea iodo aliter affecta, nam in hac *Biatora* distincte coerulescit dein plerumque fulvo rubet. Sed notandum *Biatoram luteolam* lichenem esse quam maxime variabilem, ita ut immo *Lecideam muscorum* (Fl. D.) ejusdem modo formam apotheciis etiam intus obscuratis offere credo. *Lecidea vermifera* nostra et *L. holomelæna* Flk. cum *B. luteola* certe confluunt. *Pyrenothea vermicellifera* Fr. ejusdem spermatogonia sistit.

Opegrapha.

34. Opegrapha grumulosa var. *dirinaria* mihi. Thallus proprius nullus, apothecia ad illum *Dirinæ* parasitica gregaria mediocria, difformia, ex orbiculari oblonga, marginibus tenuibus repando-flexuosis, epithecio plano vel convexo, sæpe pruinoso, intus atra concolora; sporæ oblongo-fusiformes tenuiter 3-septatæ, longit. 0,011-13 millim., crassit. 0,003 mm. — Ad *Dirinam repandam* (Ceratoniæ Fr.) supra radices denudatas *Chamæropis humilis* ad Oran (Balansa)

Opegrapha grumulosa var. *platycarpa* mihi. Thallus albus tartareus crassus (usque ad 2-5 mm.) superne corrugatus, apothecia adpressa difformia ambitu flexuoso-crispato (interdum fere orbicularia), immarginata seu aliquando margine tenui instructa, albopruinosa, intus atra; sporæ oblongo-fusiformes 3-septatæ, longit. 0,012-17 mm., crassit. 0,003-4 mm. — Ad saxa calcarea prope Oran. — Hymenium iodo fulvescit. Apotheciis intus nigris sporisque minoribus differt a sequente.

35. Opegrapha varia var. *elevata* DC. Fl. Fr. 5. p. 169. Thallus albus tartareo-leprosus tenuis, apothecia linearilanceolata simplicia aut trifurcata crasse marginata, pruinosa, intus sub epithecio albida; sporæ elongato-ellipsoideæ longit. 0,023-16 mm., crassit. 0,007-6 mm., hypothecium fusconigrum. — Ad saxa calcarea prope Oran (Balansa). — Hymenium iodo vinose rubet.

36. Opegrapha albocincta mihi. Thallus albus tenuis effusus, apothecia marginans fusca lobato-difformia emersa, epithecio plano, intus medio cinerascentia; sporæ 8^næ in ascis fusiformes, longit. 0,0028-25 mm., crassit. 0,006-5 mm., hypothecium tenue fuscobrunneum. — Ad truncum *Chamæropis* prope Oran (Balansa). — Externe refert fere *Opegraphan grumulosam* var. *dirinariam*, at distat notis allatis, apotheciis simplicioribus fuscis intus cinerascentibus et a thallo lateribus circumcinctis; potius habitus arthonioidei, sed hypothecio brunneo et thalamio paraphysibus prædito Opegrapharum. Thallus æqualis tenuis, circa apothecia elevatiuscula ascendens, at discum eorum haud superans. Hæ epithecio plano aut convexiusculo sordide fusco vel fere cinerascente. Hymenium iodo e coerulescente fulvo-rubescit.

37. Opegrapha stictica (*Lecanactis* DR. et Mont. Fl. Alg. p. 282 t. 18 f. 2). Cette espèce est voisine de l'*Opegrapha varia* var. *pulicaris* Fr., dont elle diffère principalement par des apothécies plus arrondies et des spores plus étroites, longues de 0,026-19 mm., larges de 0,004-3 mm. L'*hymenium* se colore avec l'iode en vineux clair un peu jaunâtre.

Arthonia.

38. Arthonia ramosula mihi. *Opegrapha scripta* DR. Fl. Alg. p. 281. Thallus tenuis albidus epiphlæodes lævigatus fusco-limitatus, apothecia adpressa plana dendritice ramosula, fere tessellato-diffracta, pauxillum pruinosa; sporæ 6-8^næ in ascis, ovoideæ 3-septatæ longit. 0,017-15 mm., crassit. 0,006-5 mm. Gelatina hymenea iodo e coerulescente sordide vinose tingitur. — Prope Philippeville Algeriæ ad corticem *Phillireæ mediæ* semel lecta a cel. Durieu. Primo obtutu *Graphidem dendriticam* refert, sed certe est Arthonia et *A. astroideæ* Ach. affinis, facile

vero distincta apotheciis majoribus magis ramosis et quasi tessellatim varie disruptis paululumque pruinosis.

39. Arthonia albopulverea mihi. Thallus tenuissimus albo-farinosus, apothecia flexuosa vel nonnihil radiata plana, pauxillum pruinosa; sporæ ovoideæ simplices vel 3-septatæ, longit. 0,013-14 mm., crassit. 0,004-6 mm., hymenium incolor, epithecium nigricans. — Ad ligna *Chamæropis* prope Oran.— Notis genericis et thallo ab *Opegrapha lyncea* subsimili mox distinguitur. Gelatina hymenea iodo e vinoso-rubente infuscatur.

40. Arthonia variiformis mihi. Thallus hypophlæodes, vix ullus, apothecia ex epidermide emergentia superficialia lineari-lanceolata paullo flexuosa aut difformia, epithecio concaviusculo; sporæ 4-6^næ^ in ascis, ellipsoideæ vel altero apice parum attenuatæ, plerumque 5-septatæ, longit, 0,016-17 mm., crassit. 0,005-7 mm., hymenium hypotheciumque incolor, epithecium nigricans. — Prope Oran ad cortices Oleæ læves cum *Lecidea chalybeïa*. — Hymenium iodo mox coerulescit, dein violacee rubescit. *Arthonia dispersa* Duf. (ex specim. ipsius ad oleas Galliæ merid. lect.) externe sat similis, sed hymenio lamina tenui conspecto rufo-brunnescente sporisque multo majoribus, longit. 0,018-23 mm., crassit. 0,011-10 mm., ellipsoideis, contento muraliter disposito. Potius vero *Arthonia variiformis* nostra, nisi microscopice examinetur, pro *Opegrapha varia* var. *signata* Fr. sumitur. *Opegrapha stictoides* Desm. Ann. Sc. Nat. 3. t. 10 p. 360 *Arthonia* est proxime affinis, quæ apotheciis erumpentibus facie Xylographæ vere distinguendam speciem constituere videtur; sporæ ejus oblongo-fusiformes longit. 0,013-16 mm., crassitie 0,004-0,0045 mm., simplices vel septis 3.

Arthonia melanopthalma Duf. *A. Swartziana* DR. Fl. Alg. p. 283. — Thallus epiphlæodes tenuis albidus lævis

contiguus vel vix ullus, apothecia nigra innata plana rotundata vel nonnihil difformia, intus cinerascentia vel nigricantia; sporæ 8næ in ascis, oblongo-ovoideæ plerumque 5-septatæ, longit. 0,017-19-14 mm., crassit. 0,007-8-5 mm., spermatia cylindrica longit. 0,006 mm., crassit. 0,001 mm. Gelatina hymenea iodo intense coerulescens. — Ad corticem lentisci et variarum arborum. — Apothecium lamina tenui dissectum sordide hyalinum epithecio infuscato, hypothecio obsolete brunnescente. Gonidia rara sub cuticula epidermidis inveniuntur, hac vero interdum disrupta (ut in specim. Hisp. hb. Duf.) denudantur. *Arthonia Swartziana* Ach. (quæ mihi varietas *Arth. astroideæ* Ach.) modo differt sporis minoribus long. 0,016-13 mm., crass. 0,005-4 mm., 3-septatis, hymenio iodo c coerulescente sordide vinose tincto.

Sarcogyne.

Apothecia plicata vel corrugata aut lirelliformia, hymeniis varie divisa, epitheciis angustis, flexuosis, irregularibus. Thecæ sporis numerosissimis repletæ, mille forte aliquando excedentibus. Paraphyses distinctæ. Species cognitæ saxicolæ thallo parcissimo sub apotheciis occultato vel nullo.

42. Sarcogyne simplex. *Lichen simplex* Dav. Trans. Linn. Soc. 2 p. 283 t. 28 f. 2. E. Bot. t. 2152 (altera figura, quæ „on slate") *Opegrapha Persoonii* var. *γ strepsodina* Ach. L. U. p. 247. Syn. p. 71. *Sarcogyne corrugata* Flot. Bot. Zeit. 1845. *Psora privigna* Flot. Bot. Zeit. 1848. *Psora privigna* var. *strepsodina* Flot. exs. ex Zw. in litt. et exs. 143. *Lecidea spilota* Fr. *(acrustacea)* DR. Fl. Alg. p. 273. Thallus vix ullus, apothecia atra superne varie rugosa vel plicata, intus albida; sporæ breviter cylindricæ longit. 0,004 mm., crassit. 0,0015 mm. Gelatina hymenea iodo fulvo rubet, præcedente coerulescentia dilutissima, obsoleta. — Ad lapidem arenarium prope La Calle (Durieu).

43. Sarcogyne petræa. *Opegrapha petræa* DR. Fl. Alg.

p. 278. Thallus nullus visus, apothecia atra gregaria lirelliformia, linearia, sæpe paullo flexuosa, superne longitudinaliter plicata, epithecio angusto rimæformi, marginibus tumidis interdum obsolete sensu longitudinali sulcatulis, fere nitidiusculis; asci myriospori, sporæ minutissimæ oblongo-cylindricæ longit. 0,003 mm., crassit. vix 0,001 mm. Gelatina hymenea iodo leviter coerulescens, dein lutescens. — Ad lapides arenarios prope La Calle (Durieu). — Quandam *Hysterii pulicaris* formam extus satis refert. Genus Sarcogyne loci adhuc est dubii in serie lichenum, Lecideinisque facile affinior quam Graphideis, licet forma apotheciorum his non dissimilis, quod etiam observatur ex. gr. in *Lecidea myrmecina* et *cerebrina*. (1)

Thelocarpon.

Thallus verrucosus, verrucæ singulæ apothecium includentes nucleare. Asci polyspori. Paraphyses distinctæ.

44. Thelocarpon albidum mihi. Thallus e verrucis albidis consistens graniformibus aggregatis, supra papillatis epithecioque subtili quasi pertusis, apothecium pallidum majusculum inclusum, perithecio concolori; asci cylindrico-fusiformes polyspori, sporæ 24-80 et ultra in quavis, dilute flavæ, ellipsoideæ, sæpissime uniseptatæ, longit. 0,018-21-14 mm., crassit. 0,008-9-6 mm., paraphyses graciles, copiosæ. — Ad calcem recentis formationis rufescentem prope Oran (Balansa). — *Sphæropsis Laureri* Flot. Bot. Zeit. 1847 p. 65 species valde affinis, at thallo virescente diversa videtur. Gelatina hymenea iodo e coeruleo violacee tingitur. Raro apothecium alterum minus in verruca thalli eadem simul advenit.

(1) Le *Psora aporea* Nyl. Coll. p. 15 n'est qu'un petit champignon parasite, qui habite l'hymenium du *Lecidea jurana* Schær. dont les apothecies en deviennent singulièrement déformées. On pourrait nommer ce parasite microscopique privé de tout conceptacle propre : *Hymenobia insidiosa*.

Endocarpon.

Thallus peltatus vel squamosus vel raro crustaceo-rimosus. Paraphyses nullæ. Gelatina hymenea abundans, iodo vinose rubens; perithecium raro infuscatum. Spermatia brevia. — Tangit genus insequens, ut de quibusdam speciebus difficile dictu, an Endocarpo aut Verrucariæ potius sint relegandæ.

45. Endocarpon pallidum Ach. L. U. p. 301. Syn. p. 100. Leight. Ang. Lich. p. 19. t. 5 f. 3. *E. pusillum* var. *pallidum* Fr. L. E. p. 411. Schær. En. p. 234. Thallus pallide rufescens squamoso-foliaceus, plus minus imbricatus, apothecia perithecio distincto atro; sporæ 2^næ^ in ascis, magnæ dilute brunnescentes ellipsoideæ, longit. circa 0,034 mm., crassit. 0,018 mm., contento grosse granuloso muriformiter disposito, gonidia hymenea minuta sphærica inter ascos copiose congesta, spermatia oblongo-cylindrica longit. 0,004-5 mm., crassit. 0,0015. — Ad Constantine (Balansa) — *Endoc. sorediatum* Hook. ad hanc eandem speciem pertinet, similiter, ut credo, *Verrucaria Garovaglii* Mont. Observandum, Rev. Leighton l. c. p. 18 perperam pro sporis sumere gonidia hymenea nostra, quæ semper extra et inter thecas obveniunt. Diametri sunt circa 0,0045 mm., gonidia thalli 0,011-12 mm., de cetero similia. Plerumque dioicum est. E Verrucariis eidem arcte accedit *V. umbrina* Fr. *(End. lithinum* Leight. et *fissum* Leight.)

46. Endocarpon tenellum mihi. Thallus pallide brunnescens squamuloso-foliaceus, squamulis (1,5 mm. vix latioribus) adnatis, apothecia tota pallida, epitheciis (ostiolis) nigris nitidiusculis; sporæ 8^næ^ ellipsoideæ longit. 0,016-18 mm., crassit. 0,006-4 mm., sæpe tenuiter uniseptatæ. — Ad terram arenosam prope Oran (Balansa).— Hypothallus niger nullus visibilis. Sporæ haud raro germinantes reperiuntur in gelatina hymenea, quod in lichenibus nuclei-

feris paraphysibusque destitutis sæpe observatur (cf. Tul. mém. t. 12 f. 9, modo hæc figura paraphyses indicare videtur, quales in Endocarpis mihi numquam detegere contigit).

47. Endocarpon cinerascens var. *subcrustosum* mihi. Thallus albidus cinerascens cartilagineus squamoso-fissus, ambitu lobato-diffracto, apothecia pallida perithecio concolori; sporæ 8^næ^ ellipsoideæ longit. 0,015-18 mm., crassit. 0,007-8 mm. Spermatia ut in *E. Pallido*. — Ad Constantine (Balansa). — Forte propria species distinguenda ab *E. cinerascente* Nyl. Coll. p. 12 (e Beaucaire ad terram).

Verrucaria.

Thallus crustaceus, vel diffracto-areolatus vel pulverulentus obsoletus et hypophlæodes. Apothecia perithecciis fere semper infuscatis aut denigratis, vel totis vel modo parte sursum versa. Asci sporis 8 vel 2. Paraphyses vel nullæ propriæ (ut in Endocarpis) vel distinctæ.

48. Verrucaria areolata. *Pyrenula areolata* Ach. Syn. p. 122. pr. p. *Lecanora cerrina* var. *protuberans* Schær. En. p. 56. (1) saltem pr. p. *Verr. fuscula* Nyl Coll. p. 12. Thallus fusco-brunneus areolato-diffractus, apothecia thallo immersa dilute pallida, epithecio parum conspicuo; sporæ 8^næ^ in ascis ellipsoideæ vel fere sphæricæ, longit. 0,015-11 mm., crassit. 0,009-10 mm., paraphyses nullæ, spermatia cylindrica longit. 0,004 mm., crassit. 0,001 mm. in spermatogoniis apothecia simulantibus at minoribus. — Ad saxa calcarea prope Constantine (Balansa). — Ad Monspelium eandem legi etiam statu perithecia saltem superne infuscata offerente. Latitudo eorum circa 0,25 mm. Thallus fere cubico-cellulosus, disruptus filamentose se sejungens, in interstitiis cellularum gonidia fovens.

49. Verrucaria amphibola mihi. Thallus albo-cinera-

(1) Fig. „ Paraphysormæ " Mass. Ric. 228, vix rite quoad paraphyses delineata; neutiquam *V. areolatæ* congruit.

scens areolatus, areolis planis, apothecia plus minus emersa peritheciis nigris, infra tantum medio incoloribus; sporæ 8^næ^ ellipsoideæ longit. 0,021-24-18 mm., crassit 0,009-6 mm., paraphyses nullæ. Gelatina hymenea iodo coerulescit, dein vinose rubet. Ad rupes calcareas prope Constantine (Balansa). Omnino eandem ad saxa dolomitica inveni versus Viols ad Monspelium. — Quasi intermedia adparet inter *Verrucariam rupestrem* et *Verruc. nigrescentem* var. *fuscellam* (Ach.); hypothallus non niger. *Verrucariæ theleodi* Smrf. Suppl. Fl. Lapp. p. 14 (cujus apothecia satis mediocria, in specim. hb. Fries.) valde affinis, sed jam statione nimis forte remota. Est saltem forma *Verrucariæ rupestris* eximia, si non ab ea ut species distincta; differentia earum certe adest major quam *viridulæ* (Ach.) et *fuscellæ* (Ach.) a *nigrescente* Pers. calcicola, quæ ad rupes graniticas abit in *cataleptam* Schær. vel alibi in *margaceam* Whlnb. (*æthiobolam* Ach., *hydrelam* Ach.), ad schistosas in *pyrenophoram* Ach. Leight. Ang. Lich. t. 23 f. 6 (non *Dufourei* DC), nomina hæc res in natura omnino confluentes sæpeque inseparabiles designantia, tamquam varietates igitur modo considerandas. *V. olivacea* Fr. Schær. quoque ad *V. nigrescentem* pertinet et plures aliæ.

50. Verrucaria nigrescens var. *fuscella* (Ach. L. U. p. 289. Schær. En. p. 215). *Sagedia fuscella* Fr. L. E. p. 413. Leight. Ang. Lich. p. 22. t. 7 f. 2. Thallus cinereus rimoso-areolatus, intus superne anguste viridis, inferne et ad maximam partem niger, apothecia immersa; sporæ 8^næ^ ellipsoideæ longit. 0,012-20 mm., crassit. 0,006-7 mm., guttulam oleosam majusculam plerumque continentes. — Ad saxa calcarea prope Constantine (Balansa) immixta cum var. *viridula* (Ach. l. c. *Sagedia* Fr. Leight), quæ minime specie differt, ut jam perspexit Acharius, sed statum *V. nigrescentis* sistit epithallo virente, nec aliter diversum.

Glaucescentia lichenum calcicolarum plerumque nota suspecta vel fallax (1).

51. Verrucaria gibba mihi. Thallus vix ullus, apothecia superficialia peritheciis atris globuloso-dimidiatis infra incoloribus (latit. 0,5 mm.), nucleum hymeneum intus foventibus relative parvum (0,25 mm. latum), interstitio a strato cinerascente medio hypothecii occupato; asci fusiformi-cylindrici, spor æ 8næ, vermiformes, utroque apice obtusæ plus minus flexuose curvatæ (etiam fere bis spiraliter), longit. 0,034-40-30 mm., crassit. 0,003-0,0035 mm., paraphyses nullæ, hypothecium perihymeneum incolor. Gelatina hymenea iodo non colorata. — Ad Constantine in societate *Verrucariæ amphibolæ* ad saxa calcarea. — Apothecia globuloso-gibba. Hypothecium satis grosse cellulosum. Guttulæ oleosæ in cellulis hypothecii perihymenei (endoperithecii, si placet) adsunt.

Ajoutons que l'espèce la plus commune que ce genre, renferme, le *Verrucaria epidermidis* Fr., se présente, comme les vulgarités en général, sous des formes excessivement variables. Ainsi on le voit à périthèces aplaties ou d'autrefois à base infléchie, tantôt dépourvu de paraphyses, tantôt en avoir de très distinctes (var. *fallax* Nyl. Obs. Holm. 9.), et l'on rencontre toutes les formes intermédiaires possibles entre ces modifications principales, qui au premier abord sembleraient offrir des caractères d'une importance

(1) Le *Verrucaria conspurcans* DR. et Mont. Fl. Alg. p. 291. t. 17 f. 6 ne nous paraît présenter qu'un *status acrustaceus atypicus* du *Verrucaria nigrescens*, analogue au *V. acrotella* Ach., sur le grès. Les filaments ramifiés observés dans son hymenium par les auteurs de la Fl. Alg. (l. c. f. 6 d) ne constituent pas à notre avis des paraphyses, mais des filaments - germes de spores qui se sont développées dans l'intérieur des périthèces. Sur un échantillon de l'herbier de M. Durieu, nous avons trouvé des spermaties cylindriques droites longues de 0,004 mm., larges de 0,001 mm.

essentielle. Le *Verr. punctiformis* de Fries d'après les L. S. exs. 242 est identique avec notre *V. epidermidis*, mais celui de Flotow dans Zw. exs. 216 (Pyrenula coryli Mass. Ric. p. 164 f. 325) est une autre espèce voisine du *V. farrea* Ach. Nyl. Animadv. 13. Les figures 2-5 pl. 17 de Leight. Ang. Lich. paraissent toutes se rapporter au *V. epidermidis* dans notre sens.

Nous avons été obligé d'omettre dans notre énumération le „ Lecidea alboatra var. epipolia" DR. Fl. Alg. p. 276, parce que la description donnée des spores („ sporæ ellipticæ biloculares subpellucidæ ") ne convient pas au lichen de ce nom, qui a des spores brunâtres foncées présentant trois cloisons transversales et quelquefois encore d'autres longitudinales (*L. speireus* E. Bot. t. 1864 ex Leight.)

Le „Biatora mixta" DR. Fl. Alg. p. 268 comprend, d'après les échantillons que l'auteur a bien voulu nous communiquer, 1° le *Biatora sanguineoatra* Fr., et 2° le *Lecidea Ricosalii* Gar., qui pour nous est un discomycète que nous proposons d'appeler *Patellaria mixta*. Le vrai *Biatora mixta* de Fr. L. E. p. 268 et L. S. exs. 40 n'est qu'une variété du *B. vernalis* Fr. S. V. Sc., mais le *Lecidea mixta* Smrf. en est bien différent et est identique avec le *Biatora flexuosa* Fr. S. V. Sc. p. 112. Nous exposerons ici succinctement les caractères de ces plantes qui ont été confondues.

52. Biatora sanguineoatra Fr. L. E. p. 263 (sub Biatora vernali) *Lichen sanguineoater* Wulf. in Jacq. Coll. 3. p. 114. *Biatora atrosanguinea* Fr. S. V. Sc. p. 112. Thallus tenuis virescens vel obsoletus, apothecia nigra sæpe margine vel interdum ad partem epithecii pallescentia, convexa, intus tota nigricantia vel saltem obscura; sporæ simplices ellipsoideæ longit. 0,011-13 mm., crassit. 0,005-6 mm., hypothecium fuscum. Gelatina hymenea iodo coerulescens. — Ad lignum Phyllireæ prope Philippeville. — Forte nimis

est affinis *B. vernali* Fr. S. V. Sc. (non Leight. exs. L. Br. 92, quæ B. luteola Fr. S. V. Sc.)

53. BIATORA VERNALIS var. *mixta* (Fr. L. E. p. 268). Thallus albicans corrugatus, apothecia plana vel convexiuscula nigricantia, vel sordide livida, intus pallida; sporæ fusiformi-ovoideæ uniseptatæ longit. 0,017-11-9 mm., crassit. 0,0045-0,003 mm., spermatia oblongo-cylindrica. Gelatina hymenea iodo coerulescens. *B. anomala* Fr. L. S. exs. 350 non vere differt.

54. BIATORA FLEXUOSA Fr. S. V. Sc. p. 112. *B. decolorans* var. *flexuosa* Fr. L. E. p. 268, L. S. exs. 221. *Lecidea mixta* Smrf. Lapp. p. 158. Cr. Norv. 130. Thallus granulosus cinereus vel obsoletus, apothecia sæpe paullo flexuose deformata pallida epithecio rufescente vel nigricante vel tota nigra, sporæ simplices, ellipsoideæ; longit. 0,010-7 mm., crassit. 0,005-4 mm., hypothecium incolor, lateribus modo et epithecium nigrescens, paraphyses non discretæ. Gelatina hymenea iodo dilute vel vix coerulescens. — Etiam in Gallia ad juniperum. Verisimiliter varietas *B. decolorantis*.

55. PATELLARIA MIXTA mihi. *Biatora mixta* DR. Fl. Alg. p. 268 pro p. *Lecidea Ricasolii* Gar. ex specim. typ. Florentiano hb. Zw. *Abrothallus Ricasolii* Mass. Ric. p. 88 f. 183. *Lecidea dryina* Ach. pr. p. Patellæ atræ planæ vel convexiusculæ, orbiculares vel paullo difformes, oblongo-rotundatæ, margine sæpius parum distincto vel nullo, intùs cinerascentia; sporæ dilute flavæ ovoideæ uniseptatæ, longit. 0,016-13 mm., crassit. 0,007-6 mm., paraphyses tenues haud confertæ, hypothecium incolor. Hymenium iodo non coloratur. Thallus nullus. — Prope Philippeville ad fraxinos (Durieu). Ad ulmos prope Parisios (St-Cloud).

SOLUBILITÉ DE L'AIR

DANS

L'EAU DE MER,

Par M. le Dr PAYERNE.

ELLE N'ABRÈGE PAS SENSIBLEMENT LA DURÉE DE LA RESPIRABILITÉ DANS L'ATMOSPHÈRE DES BATEAUX PLONGEURS. — L'EXTRACTION DE L'AIR DISSOUS SERAIT DISPENDIEUSE ET SANS EFFET UTILE. — CETTE EXTRACTION EST AVANTAGEUSEMENT SUPPLÉÉE PAR L'USAGE D'UN PETIT FOURNEAU PYROTECHNIQUE DONNANT, A FRAIS MODÉRÉS, TOUT L'OXYGÈNE QU'ON A TRÈS RAREMENT L'OCCASION DE LUI DEMANDER.

Dans une notice intitulée : *Influence de l'air comprimé sur l'homme*, etc., notice qu'on trouve à la page 145 du 1er volume des Mémoires de la Société Impériale des Sciences Naturelles de Cherbourg, j'ai cherché à distinguer les causes qui amènent l'anhélation chez l'homme longtemps soumis à respirer l'air comprimé. Ces causes, j'ai cru les reconnaître principalement dans la fatigue corporelle à laquelle donne

lieu l'inhalation prolongée de cet air. J'ai voulu savoir plus tard si cette fatigue n'était pas un peu hâtée par la solubilité du fluide respirable, solubilité reconnue proportionnelle au degré barométrique, mais qui ne paraît pas avoir été étudiée sous l'influence d'une pression supérieure à celle de l'atmosphère. On verra plus loin qu'en tenant compte de l'excès de solubilité de l'oxigène sur l'azote, et en supposant, ce qui a été démontré inadmissible dans le mémoire cité, que l'anhélation pût être amenée par une insuffisance d'oxygène, on verra, dis-je, que dans les circonstances où l'on se trouvait, la solubilité pouvait à peine hâter de 0,03 de la durée normale de la respirabilité, l'instant de sa cessation, quantité de temps physiologiquement inappréciable.

Ce résultat m'a été manifesté par dix distillations successives d'eau de mer prise cinq fois hors de mon bateau plongeur, et cinq fois dans ce même bateau après ses immersions, dans le but de recueillir l'air en dissolution. Je rejette les six premières distillations comme entachées d'inexactitude pour n'avoir pas suffisamment prolongé l'ébullition. L'expérience, conforme à un bienveillant avis de M. Besnou, pharmacien en chef de la Marine à Cherbourg, m'a démontré que les 2 ou 3 minutes d'ébullition déclarées suffisantes par des savants de premier ordre, ne sont vraisemblablement relatives qu'au traitement de l'eau douce, et non à celui de l'eau de mer qui ne cède tout l'air qu'elle possède qu'après au moins 25 minutes d'ébullition.

Les 4 distillations sur l'exactitude desquelles je crois pouvoir compter, ont été faites, une le 1er juillet 1854, par 0^m76100 au baromètre, deux autres le 2 du même mois, par 0^m76138, et la dernière le 4, par 0,75337, hauteurs observées et corrigées par M. Besnou.

Je me suis servi d'un ballon métallique ayant pour contenance 1160 fois le cube fait sur 0^m01. Dans la 1re opération,

les 1160 volumes d'eau prise dans le bateau plongeur après 4 heures d'immersion commencée par 8m de profondeur ramenée à 4m à l'instant de la mise en ballon, ont fourni 50 volumes et demi d'air à 50° c., c'est-à-dire, 0,04353 du cube de l'eau analysée.

Dans la 2me opération, pareille quantité d'eau prise dans les mêmes circonstances, a donné 49 volumes 83 d'air au même degré, c'est-à-dire, 0,04296 du cube de l'eau.

En 3me lieu, le ballon plein d'eau de mer prise hors du bateau par 0m70158, a fourni 34 volumes et demi d'air à 50°, c'est-à-dire, 0,02974 du cube de l'eau.

En 4me lieu enfin, le ballon également plein d'eau de mer prise hors du bateau par 0m75337, a dégagé 35 volumes d'air à 50°, c'est-à-dire, 0,03017 du cube de l'eau.

A cette température l'unité d'espace occupé par l'air qu'on vient d'extraire, est saturée, d'après les tables d'Arago et Dulong, par 0,1165 de vapeur d'eau, réduisant le volume qu'eût occupé l'air anhydre, à 0,8835, nombre par lequel il faut multiplier les cubes d'air obtenus, ce qui les réduit dans l'ordre précédemment établi, à 0,03846, à 0,03795, à 0,02628, et à 0,02665.

La température de 50° donne lieu à une autre correction pour ramener l'air extrait au volume qu'il doit avoir à 0°. On sait que chaque degré négatif diminue de 0,00375 le cube d'un gaz à pression constante. Conséquemment, en faisant cinquante fois cette diminution, on ramène les 4 produits déjà modifiés à 0,03125, à 0,03083, à 0,02135, et à 0,02165.

Il reste à faire une légère et dernière correction, capable tout au plus d'influencer le 3e chiffre. D'après la loi de Mariotte, chaque millimètre d'ascension barométrique réduit un gaz d'une valeur égale à 0,0013158 du volume qu'il avait avant de recevoir cette surcharge; et *vice versa*, la

dépression produit l'effet contraire. Cette loi physique donne lieu de corriger finalement ainsi nos 4 extractions :

0,03125	devient égal à	0,03129
0,03083		0,03090
0,02135		0,02138
0,02165		0,02146

Ces résultats font voir que, ramenée à 0° et à 0^{m}760 du baromètre, la moyenne du volume d'air extrait du lest liquide du bateau dans les circonstances décrites, est égale à 0,0311 du cube d'eau, et que la moyenne du volume extrait de l'eau prise hors du bateau, n'est que de 0,0214, ce qui, du premier au second volume, établit le rapport de 145 à 100.

Si l'on ne considère la pression de l'air sur l'eau qu'à l'instant de la mise en ballon, l'absorption effectuée dépasse les limites admises. Mais il faut avoir égard à la pression initiale, capable d'occasionner une absorption, non seulement de 0,45, mais de 0,80 en plus de celle opérée sous l'influence de l'atmosphère terrestre. La saturation, on le conçoit sans peine, n'est pas instantanée, elle marche avec une certaine lenteur dont je n'ai pas calculé le degré. Il en est de même du dégagement quand la dépression se manifeste, ce qui explique, à mon avis, la solution de 0,45 au lieu de 0,40 d'air, pour 4^{m} de profondeur.

Cet excès peut toutefois avoir le concours d'une autre cause. MM. Biot, Boussingault et d'autres célébrités dans la science, ont fait des expériences qui constatent que, dans l'atmosphère, l'eau peut dissoudre jusqu'à 0,04, et même un peu plus, de son volume d'air, tandis que l'eau de mer sur laquelle j'ai opéré, ne me donne guère que la moitié de cette proportion. Quoique je n'aie connaissance d'aucune analyse de ce genre exécutée sur l'eau de mer, il n'est nullement impossible que celle-ci ne soit apte à dissoudre

autant d'air que l'eau douce, et, dans la saison actuelle, si ce n'est dans toutes, le déficit que je trouve peut avoir pour cause l'absorption incessante de l'immense quantité d'air nécessaire à la nutrition des plantes marines, notamment du goëmon dans lequel on trouve en abondance les éléments de l'air. Aux effets de cette cause peut venir en aide la décomposition des végétaux et des animaux morts. Si ces deux hypothèses sont fondées, l'air doit être assez inégalement retrouvé dans l'eau de différentes contrées de la mer, suivant que ces contrées sont plus ou moins soumises à de semblables influences.

Pour achever de faire comprendre que le dégagement de l'air n'est pas instantanément complet à mesure que la pression diminue, je crois devoir signaler un fait que j'ai souvent observé, et que l'équipage de mon bateau plongeur observe chaque jour : Quand l'équilibre est bien établi entre tous les compartiments du bateau, si on laisse ouverts les robinets de communications, des points où la pression était la plus forte avant que cet équilibre fût effectué, il arrive par intermittence des bouffées d'air plus frais que la masse dont il s'était préalablement séparé pour le dissoudre. Si pour quelques instants on ferme ces robinets, et qu'ensuite on les ouvre, ils livrent passage à un jet capable de faire supposer qu'on a commencé une compression nouvelle. Cet effet n'aurait évidemment pas lieu si le dégagement accompagnait immédiatement chaque degré de dépression. Ces faits n'impliquent-ils pas la conclusion que l'excès de dissolution sur la dissolution en rapport avec la profondeur de 4^m, émane de la cause que je viens de signaler ?

Afin d'examiner maintenant si la solubilité est capable de hâter l'anhélation dont il est parlé dans le mémoire cité, il est à propos de faire remarquer que le bateau plongeur cube 80^m, que sa masse et son lest métallique occupent 20^{mc}, que

le cube de la chambre de travail est de 15^{m}, que le vestibule, ou chambre d'entrée, en communication avec la précédente pendant qu'on se livre à l'opération pour laquelle on est descendu, cube 20^{m}, et qu'enfin les compartiments à air comprimé cubent ensemble 25^{m}.

Comme une colonne d'eau de mer de 10^{m} fait sensiblement équilibre à 0^{m}760 de mercure, il est évident que pour rendre la pression intérieure du bateau égale à la pression extérieure, il y a lieu par chaque mètre de profondeur, ou par chaque dixième d'atmosphère, d'introduire dans les deux chambres un dixième de la masse d'air qui s'y trouve avant l'immersion. Le poids de cette masse à 10°, température à peu près normale, et à 0^{m}760 de mercure, égale 43 kilogrammes 764. Pour la profondeur initiale de 8^{m} dont il est question, c'est 35 kilogrammes d'air à introduire dans les chambres. Si le lest liquide, dont le cube est d'environ 10^{m}, et qui se trouve placé en majeure partie sous le pourtour du vestibule, derrière les parois latérales de la chambre de travail ; si ce lest, dis-je, absorbe par atmosphère autant d'air que j'en ai trouvé dans l'eau de mer à Cherbourg, il doit, dans l'espèce, en prendre 0,8 des 288 grammes qu'il possède déjà, c'est-à-dire, 230 grammes, ou, 0,00655 de la masse ajoutée pour équilibrer les pressions, ou enfin, 0,00292 de la masse entière des deux chambres, proportion physiologiquement inappréciable. Donc, la solubilité de l'air dans l'eau ne saurait amener l'effet dont j'ai d'ailleurs signalé la véritable cause.

Examinée sous un autre point de vue, cette solubilité est-elle susceptible d'offrir quelque avantage à la Navigation sous-marine? Est-il notamment possible d'en tirer parti pour prolonger la durée de la respirabilité de l'atmosphère des bateaux plongeurs?

Un journal scientifique n'a pas craint d'émettre une opinion favorable à cette idée. Examinons s'il est sainement permis

de la partager. Comme il s'agit ici d'extraire de l'eau la plus forte quantité possible d'air, que la solubilité augmente avec la pression, si l'opinion énoncée doit triompher, l'évidence en ressortira surtout quand le bateau travaillera au maximum de profondeur dont l'homme est capable de supporter la pression. MM. Biot, Boussingault, etc., n'ont, il est vrai, expérimenté la solubilité de l'air qu'en dedans des limites de la pression atmosphérique ; mais l'analogie amène à dire : Puisque dans le vide l'eau ne dissout pas un atôme d'air, qu'à 0^m760 du baromètre dix mètres cubiques d'eau de mer ordinaire tiennent en dissolution 214 litres d'air pesant, à cause de sa richesse, 288 grammes, on peut supposer, jusqu'à ce que l'expérience vienne démontrer le contraire, que le même volume d'eau, sous 4^m50 de mercure, dissoudra 1700 grammes d'air dont la richesse en poids égalera la moyenne des 6 valeurs suivantes : 0,35; 0,47; 0,59; 0,71; 0,83 ; 0,95, moyenne égale à 0,65, et qui désigne un poids de 1105 grammes d'oxygène, qui sont à la masse du fluide vivifiant du bateau sous 50^m de profondeur, dans le rapport de 17,59 à 1000.

A cette notion il faut ajouter que la masse d'air cesse d'être sainement respirable quand elle a perdu 0,25 de son oxygène. Or, le poids de ces 0,25 égale 15 kilog. 697 qui sont aux 1105 grammes :: 100 : 7, d'où sort la conclusion qu'en utilisant la solubilité de l'air dans l'eau, on ne prolongerait pas la durée de la respirabilité au-delà de 0,07; encore faut-il supposer qu'on établirait sur l'eau un vide presque parfait, vide qui aurait le grave inconvénient de provoquer l'écrasement des parties qui en seraient le siége, et d'absorber, sans compensation aucune, toutes les forces de l'équipage, à moins de l'opérer à l'aide d'une machine mise en action par la vapeur engendrée dans une chaudière pyrotechnique.

Admettons cependant, ce qui pratiquement est quasi impossible, qu'on puisse arriver à doubler la durée de la respirabilité par l'usage de cette chaudière, et examinons les considérations qui militent en faveur de ce moyen plutôt qu'en faveur de celui qui consiste à extraire de l'oxygène d'un mélange intime d'une partie de bi-oxide de manganèse et de deux parties de chlorate de potasse, soumis à l'action d'un fourneau pyrotechnique, ou, *vice versa*.

Employer la chaudière et la machine à vapeur à un pareil usage nécessiterait un agrandissement très dispendieux et incommode des compartiments à lest liquide. L'opération qui ne pourrait pas être recommencée pendant l'immersion, coûterait au moins 25 fr. de combustible.

A l'aide du fourneau pyrotechnique que je décrirai dans un prochain mémoire, on a la faculté de renouveler autant de fois qu'on le désire les opérations, au prix de 16 à 17 fr. pour chacune.

Ainsi, indépendamment des graves inconvénients attachés au premier moyen, le second a le double avantage de coûter moins, d'être plus facile, et d'être renouvelé à volonté.

Il n'y a donc pas lieu d'utiliser la solubilité de l'air pour le rendre plus longtemps respirable.

QUELQUES REMARQUES PRATIQUES

SUR LA

Pathologie et la Thérapeutique Chirurgicale

DES TUMEURS EN GÉNÉRAL,

Par M. le Dr DUFOUR.

Les opérations qu'entraînent souvent les tumeurs sont si souvent arrêtées et modifiées par des conditions émouvantes et imprévues, qu'il n'est peut-être pas sans utilité d'insister sur quelques remarques de nature à applanir ces difficultés et à mettre le chirurgien en garde contre un diagnostic trop présomptueux et le découragement qui pourrait naître, lorsqu'il voit les prévisions les plus assurées démenties par l'état des choses, et que tout à coup il a à assumer la responsabilité de décisions qui doivent être à la fois réfléchies et rapides. Une observation qui n'a pas été publiée et n'est peut-être pas dépourvue d'intérêt servira de base aux préceptes que nous désirons rappeler.

Une dame âgée de 40 ans, d'une constitution robuste, fut atteinte il y a 6 ans, dans la région de l'aîne, d'une inflam-

mation furonculeuse, qui, négligée, finit par envahir toute la racine du membre correspondant ; un véritable anthrax se développa, s'accompagnant de l'engorgement de toutes les glandes voisines : les incisions nécessaires ne furent pas pratiquées en temps opportun ; le pus et toutes les matières d'un énorme bourbillon se frayèrent spontanément une issue ; l'inflammation s'apaisa peu à peu ; les engorgements glandulaires disparurent enfin, sauf un seul siégeant à la partie supérieure et interne de la cuisse, au voisinage du point où la saphène interne se jette dans le grand courant veineux du membre.

Quand les furoncles et les anthrax avoisinent la racine des membres, c'est une grande faute que de trop retarder leur ouverture et d'en abandonner le soin à la nature. De là souvent des engorgements qui persistent, donnent ultérieurement lieu au développement de tumeurs de mauvais caractère, et à des opérations tout autrement redoutables que les légères incisions qui les eussent prévenues.

Quoiqu'il en soit, chez la malade dont il est question, tout semblait revenu à l'état normal, si ce n'est que dans un seul point on constatait encore la présence d'une dureté persistante, qui resta longtemps stationnaire, que l'on assurait devoir disparaître comme le reste et dont il ne fallait plus s'occuper.

Cependant, six mois après, la tumeur avait pris assez de développement pour attirer l'attention. Indolente, assez mobile, n'ayant amené aucun changement dans la coloration de la peau qui la recouvrait, elle ne gênait en aucune façon la marche. Trois années se passèrent ainsi. La masse avait acquis le volume du poing ; mobile, elle semblait siéger peu profondément. C'est à cette époque que je fus consulté. La conclusion de mon examen fut qu'il fallait enlever la tumeur ; mais comme elle était alors essentiellement indolente, ne

gênait pas sensiblement le mouvement de la partie, en présence des hésitations de la malade et de sa famille, je me bornai à l'emploi de pommades résolutives, et déclarai qu'une expectation de quelques mois était encore possible, mais ne devait pas être dépassée.

Mais pendant ce temps qui semblait réservé à familiariser la malade avec l'idée d'une opération, la tumeur était arrivée à des dimensions bien plus considérables. Il faut, du reste, se bien rappeler qu'il n'y a et qu'il ne peut y avoir rien de régulier dans l'accroissement des tumeurs. Delà l'impossibilité de calculer même approximativement les augmentations qui doivent survenir dans un temps donné. Telle conserve pendant des années des dimensions insignifiantes, qui, tout à coup, en un ou deux mois, double, triple de volume. Après des impulsions de cette nature la marche de la maladie peut encore se ralentir, jusqu'au moment, où, sous l'influence d'un travail intérieur, de modifications générales et de causes internes ou externes, souvent mal déterminées ou complètement ignorées, on voit l'acuité reparaître. Ainsi, de ce que pendant un laps de temps une tumeur, même bénigne, est restée indolente, il faut se garder de conclure qu'il en sera de même pendant un temps égal, et qu'on sera toujours maître de choisir son jour et son heure pour les opérations. Quand on n'a pas à s'arrêter devant la volonté des malades et que l'opération est indiquée, il ne faut pas attendre ; les choses ne peuvent que devenir pires. Et d'ailleurs, est-il toujours possible de choisir son temps? on ne peut songer à opérer une tumeur alors qu'elle est en proie à un travail aigu ; on est obligé de calmer cette surexcitation de ramener la partie à l'état d'indolence; les chances de ce retour s'éloignent de plus en plus; l'organisme finit par devenir tout entier solidaire de ce qui a pu souvent être d'abord considéré comme un mal tout local. Qu'on agisse

donc pendant que l'inflammation ne menace pas encore de fondre la tumeur, pendant que la peau et les couches sous-jacentes, encore intactes, peuvent faire les frais d'une bonne cicatrisation. Economie de temps, de douleurs et de dangers : on a le double avantage d'agir sur un organisme sain et sur des parties que l'inflammation et ses produits n'ont pas encore modifiées sous les divers rapports de la coloration, de la densité et surtout des propriétés vitales.

La malade réclamait du reste, à cette époque, l'opération ; la marche était notablement gênée; à la moindre fatigue, de rapides élancements se faisaient sentir dans le membre; dans les mouvements de la marche le pied ne se posait pas franchement sur le sol : de là un aspect particulier et dont on saisissait mal la signification. Se développant, à l'aspect extérieur surtout, en avant et en dedans, la tumeur devait dans un temps donné rencontrer la face interne de l'autre membre; la peau dont les propriétés avaient jusques-là été respectées devait s'excorier, s'irriter ; il fallait opérer. Une nombreuse consultation fut réunie.

Nous étions en présence d'une tumeur du volume de la tête d'un jeune enfant; sans changement de couleur à la peau qui était mobile; susceptible d'un grand déplacement de totalité; indolente; pouvant être pressée sans éveiller par elle-même de sensations appréciables; offrant un certain degré de résistance. Quelle pouvait être sa nature? Ici, je n'ai pas la prétention d'offrir un modèle de diagnostic; mais je crois qu'il est utile d'insister sur la manière dont il faut procéder en pareille occurrence.

Ce n'était pas un anévrisme : car la tumeur n'offrait aucun mouvement d'expansion isochrone aux battements du cœur. Il y a dans l'expansion des tumeurs artérielles quelque chose de caractéristique : quel que soit le point de leur surface examiné, ce point subit une ampliation qui concourt à

l'ampliation générale. Celle-ci reste immobile, inerte dans toute son étendue; déplacée, il en est de même. Si une tumeur indépendante d'une artère est placée sur son trajet, il peut arriver, quand elle n'est pas d'un volume très considérable, qu'elle soit soulevée par un mouvement de totalité qui simule les pulsations d'un anévrisme. Mais qu'on écarte la masse du trajet du vaisseau, cette apparence disparaît. Il ne faudrait pourtant pas croire que tout anévrisme présente une expansion isochrone facile à apprécier. Quand il est très ancien, que sa plus grande masse est due aux couches stratifiées de la fibrine, cette expansion peut être singulièrement altérée. Mais enfin, il y a un certain soulèvement, et, quels que soient les mouvements imprimés, il reste le même. D'ailleurs, lorsque l'anévrisme a un certain volume, et qu'il est dû, comme presque toujours, à l'altération d'un vaisseau principal, le stetoscope ou l'oreille immédiatement appliquée fait apprécier un murmure, véritable susurrus dû au frottement d'une partie de la colonne sanguine qui passe par une ouverture étroite, inégale, de la cavité normale du vaisseau dans la cavité anormale; ici rien de semblable. Ensuite, la tumeur au lieu de s'être développée de la profondeur du membre vers sa périphérie, comme il arrive dans les grands anévrismes, s'était accrue de dehors en dedans; elle avait progressé pour ainsi dire de la peau vers le centre. Ce n'est pas ainsi que procèdent les tumeurs sanguines. D'autre part, un anévrisme de cette importance ne peut exister sans amener une gêne véritable dans la circulation du membre : il y a des fourmillements, de l'œdème, un ralentissement dans le cours du sang veineux. Dans l'espèce, ces accidents, ou n'existaient pas, ou étaient sans proportion avec la maladie. Enfin, s'il arrive quelquefois que des anévrismes d'une telle dimension soient recouverts d'une peau encore intacte, bien plus souvent celle-ci est adhérente, offre un certain degré de

coloration due à cette lente infiltration à laquelle les tissus vivants voisins des foyers sanguins ne sauraient complètement échapper. La tumeur, lorsqu'on comprimait la crurale sur l'arcade pubienne ne se modifiait pas dans son volume. Cet effet eût eu lieu s'il se fût agi d'un anévrisme. Elle eût diminué pour revenir, la compression cessant, à ses dimensions primitives. Ce n'était donc pas un anévrisme.

Ce n'était pas une tumeur fongueuse, c'est-à-dire, une de ces masses où le tissu encéphaloïde se mêle au tissu vasculaire capillarisé à l'infini et hypertrophié. Ces masses sont molles, inégales, élastiques. Il est rare qu'elles soient indolentes, rare qu'elles fassent ainsi une saillie solide, qu'enfin, elles se développent aussi lentement et surtout qu'elles s'allient, comme dans notre cas, à toutes les conditions d'une santé parfaite. Ce sont des tumeurs malignes, cancéreuses au plus haut degré, et quand elles atteignent ces dimensions, elles frappent l'économie toute entière et y impriment un cachet caractéristique.

Nous ne pouvions donc avoir affaire qu'à une tumeur fibreuse proprement dite ou à un squirrhe non encore ramolli. Mais pourtant les tumeurs fibreuses sont plus résistantes; il est plus rare qu'elles succèdent à l'inflammation ; généralement elles se développent sous l'influence d'un autre *molimen* et dans d'autres organes. Au contraire, les tumeurs squirrheuses surviennent assez fréquemment chez les femmes, à un certain âge de la vie, à la suite des inflammations. Qu'une glande reste engorgée, au milieu de tissus qui viennent d'échapper ou participent encore à un travail de phlogose, et, quoi qu'on ait dit, rien de plus fréquent que de la voir s'hypertrophier lentement, se maintenir longtemps ainsi, puis, sous l'influence de l'irritation que détermine mécaniquement sa présence, passer du caractère hypertrophique au caractère squirrheux ; se développer

longtemps ainsi sans causer d'élancements, et, tout en grossissant, ne gêner que comme corps étranger. Ces tumeurs sont habituellement arrondies, globuleuses, assez égales : celle-ci l'est à un haut degré. Il est vrai qu'il n'y a pas de douleurs lancinantes : mais celles-ci n'apparaissent dans le squirrhe que lorsqu'il se ramollit. Je n'ai pas besoin de dire que les tumeurs purement graisseuses ont une consistance toute différente. Nous avions donc sous les yeux une tumeur très probablement squirrheuse non encore arrivée à la période de ramollissement, ou une tumeur simplement fibreuse.

Restait à déterminer sa position précise et l'absence ou la présence de racines, de prolongements. A ce dernier point de vue, pour peu qu'on ait enlevé un certain nombre de tumeurs, on ne tarde pas à se convaincre que celui-là qui, parce qu'il meut en masse une tumeur molle, assurerait qu'elle n'envoie pas au loin de racines, se tromperait singulièrement, et on le conçoit : pour qu'une tumeur, quoique profondément enracinée, ne puisse pas être ébranlée et mue en masse, il lui faudrait être non seulement dure, mais fixée par des racines inflexibles. Rien d'élastique comme ces sortes de prolongements; ils prêtent, s'étendent, s'infléchissent dans tous les sens; vous diriez presque une masse roulante, sous-cutanée, alors que la tumeur est pediculée au plus haut degré.

Il est donc très souvent fort difficile de décider à priori si une tumeur a, ou non, des prolongements plus ou moins divergents et étendus, ou si elle constitue un tout réuni sous une forme unique, facile à enlever en masse, quelquefois à énucléer. Qu'en résulte-t-il? C'est que dans ces sortes d'opérations il faut toujours s'attendre à rencontrer des complications embarrassantes, imprévues, et des dangers bien autrement redoutables que ceux qui nous attendent dans ce qu'on

appelle les opérations à règles fixes. Vous vous êtes tracé un plan; assurément c'est un devoir; mais presque toujours il faudra le modifier dans le cours de l'opération; il est bon de s'y attendre et de se préparer à toutes les éventualités.

Certainement, si pour enlever une tumeur importante, enclavée dans un membre ou siégeant sur le contour du cou par exemple, il fallait absolument être sûr que de graves difficultés ne surgiront pas, on ne se déciderait jamais à son ablation. Mais il est de ces cas comme de tous ceux où on engage sa responsabilité; ne rien faire est plus commode; mais souvent il faut savoir oser pour être utile, et quoi qu'il arrive. Une règle générale en médecine opératoire est qu'on ne doit jamais commencer une opération sans être sûr qu'on la finira. Cette règle doit être respectée : on est toujours sûr de poursuivre et d'atteindre les dernières racines d'une tumeur, quand elle siège dans un membre. Dans quelques régions il n'en est pas toujours ainsi. Quand il s'agit du cou, de l'aisselle, qui peut *à priori* affirmer, quand il existe des chapelets de ganglions indurés, dégénérés, qu'on les poursuivra tous jusqu'à les atteindre, à moins qu'on ne soit résolu à pénétrer dans la poitrine; s'il s'agit de l'aîne, à pénétrer dans l'abdomen; délabrement grave, périlleux, qui presque toujours n'offre même pas cette compensation de faire arriver aux limites extrêmes du mal? Faut-il donc pour tous ces cas s'abstenir de l'opération? Non certes; il arrive souvent que tout peut être enlevé : c'est assez pour qu'on le tente, et la règle cesse ici d'être absolue. Son sens véritable est qu'il ne faut aborder de semblables épreuves qu'armé du sang-froid et de la résolution que l'expérience et la pratique peuvent seules donner au chirurgien.

L'opération avait été décidée, mais diverses circonstances et la volonté formelle de la malade la firent remettre à un mois. C'était une condition éminemment défavorable, savoir

qu'à une époque reculée encore, mais certaine, on doit endurer un véritable supplice; que ce jour peut être le dernier, se soumettre d'avance à cette terrible chance au milieu d'une santé florissante, c'est là une épreuve que peu de personnes peuvent traverser, sans être violemment tourmentées, et pour l'opérateur, c'est aussi un long sujet de soucis et d'appréhensions : il nous fut possible de l'abréger.

Il y eut en effet une certaine avance dans l'apparition des mois. Cette époque passée, je dus faire ressortir l'avantage de pratiquer l'opération le plus loin possible de l'apparition suivante. Cette ligne de conduite doit toujours être suivie chez les femmes; faire chez elle une grave opération pendant la durée des menstrues serait presque certainement s'exposer à une suppression brusque et dangereuse; à une époque trop rapprochée de leur cessation, l'équilibre de l'économie n'est pas encore suffisamment rétabli : trop près de l'apparition nouvelle, l'opération introduirait un trouble grave dans ce phénomène qui ne se modifie jamais sans retentissement général, et s'il ne se supprime pas, vient, en se manifestant, ajouter une nouvelle cause de faiblesse à celles qui résultent déjà du fait seul de l'opération.

On fit faire un lit de sangle, solide, étroit, à hauteur d'appui, tel que, quelque dût être la longueur de l'opération le chirurgien et ses aides ne se fatiguassent pas. Ce sont là de ces précautions dont on apprécie les bénéfices quand le moment de l'action arrive. Qu'elles soient négligées, et tout peut être compromis. Si, dans une longue et pénible opération, il faut se tenir courbé, par exemple, le sang afflue à la tête, la pensée ne conserve peut-être pas toute sa netteté, la fatigue survient bientôt et la main est moins sûre. Il faut, d'autre part, que les aides placés de l'autre côté de la couche puissent atteindre facilement la région intéressée, sans gêne, sans fausse position.

L'appareil instrumental fut celui des ablations de tumeurs volumineuses. Ici, ne jamais oublier les instruments que peut nécessiter la ligature des gros vaisseaux. Nous pouvions rencontrer des complications venant de cet ordre d'organes et même un anévrisme, malgré la confiance que nous accordions à notre diagnostic. Il serait trop facile de multiplier les exemples d'erreurs plus graves les unes que les autres commises par des hommes qui resteront l'éternel honneur de leur profession. Seulement, leur gloire a été de se tromper moins souvent. Grand motif de circonspection pour tout le monde.

La malade avait instamment réclamé l'emploi du chloroforme. A voir la facilité avec laquelle on emploie cet agent, on croirait qu'il n'a rien que d'inoffensif. Erreur grave à laquelle sont dûs ces cas de mort, dont quelques-uns sont publiés par les journaux, dont quelques-uns sans doute restent inconnus. Entourez-vous de toutes ces précautions, ménagez-vous toutes les ressources recommandées en cas d'accidents, ne recourez au chloroforme que dans les cas d'une véritable importance, soyez pénétré de son mode d'action, de la succession et de la signification des phénomènes qu'il détermine ; je maintiens que vous n'aurez jamais la certitude que le cas dans lequel vous employez aujourd'hui le chloroforme n'augmentera pas la liste des victimes de cet agent. Si on pouvait toujours déterminer les conditions dans lesquelles l'emploi du chloroforme est autorisé et celles dans lesquels on doit le réprouver, on agirait avec plus de sécurité. Mais il suffit de méditer sur les faits terminés par la mort pour rester convaincu qu'en dépit de toutes les garanties fournies par l'expérience de l'opérateur, par la constitution du malade, par les précautions les plus minutieuses, la mort peut survenir. C'est là un agent toxique et des plus redoutables; soumettre un individu à l'influence du chloroforme, c'est le soumettre à une intoxi-

cation véritable dont la portée et les effets définitifs pourront échapper au plus avisé. Qu'en faut-il conclure? Faut-il y renoncer? Non, certes; mais il faut ne jamais violenter un malade pour qu'il s'y soumette; il faut ne céder qu'à ses instances, même pour les cas les plus graves; lui laisser quelquefois même entrevoir les périls qu'il va courir en les ajoutant à ceux de l'opération, pour échapper à la douleur, élément sans doute cruel, mais qui n'empêchait pas nos devanciers d'aborder et de terminer les opérations les plus hardies et les plus longues; enfin à son point de vue et pour soi-même dégager sa responsabilité.

J'ai bien des fois employé le chloroforme avec succès; je n'ai été attristé par aucune terminaison fatale; mais plusieurs fois j'ai vu approcher cette limite au-delà de laquelle il n'y avait plus rien à faire. Enseignement pratique qui m'a fait arriver à cette conclusion que, pour les opérations légères, s'en servir est une faute, quelles que soient les supplications aveugles des malades; que pour les opérations très douloureuses, longues, graves, il ne faut faire, si on y recourt, que céder à la volonté formellement exprimée des malades; que, pour quelques-unes, longues, mais peu douloureuses, il faut s'y refuser absolument; que, chez les femmes ou les hommes très faibles, très impressionnables, chez ceux ou celles dont la poitrine est délicate, dont le cœur est malade, ou qui sont atteints de quelque affection chronique sérieuse, il ne faut s'en servir à aucun prix; qu'enfin, ce n'est là qu'une ressource dont on peut se passer le plus souvent, mais précieuse dans certains cas lorsqu'on agit avec une réserve extrême et qu'on s'entoure de précautions infinies.

Je ne veux pas nier les services que cet agent a rendus à l'humanité et la sécurité qu'il donne à certains actes de la médecine opérative. Mais, à entendre les gens du monde et même quelques chirurgiens, il semblerait que, grâce à lui,

les angoisses de l'opération soient définitivement supprimées par la suppression des cris et de l'agitation des opérés; sa main aura plus d'assurance, son esprit plus de liberté. Erreur. Pendant tout le cours de l'opération, aux préoccupations qu'elle lui donne, il devra ajouter, et il ajoutera forcément, le soin de surveiller l'état de la circulation générale, de s'informer de la marche, du maintien, des effets du chloroforme, de le supprimer, d'y revenir et d'empêcher que, sous prétexte d'empêcher le malade de souffrir, on ne le fasse succomber, non à l'opération, mais à l'action du préservatif de la douleur. Dans combien de cas le principal danger n'a-t-il pas été constitué par le fait même de la chloroformisation ?

Dans l'emploi de cet agent on confond trop souvent deux choses, deux effets, veux-je dire, d'une portée bien différente: l'un, presque innocent, l'autre, plein de périls: le sommeil anesthésique et la syncope anesthésique. Faute de précaution, on fait passer les patients de l'un à l'autre, et la syncope conduit rapidement à la mort. Que veut-on en fin de compte? On veut soustraire le malade aux atteintes de la douleur. Eh bien! on obtiendra ce premier résultat à peu de frais; on pourra l'entretenir longtemps, très longtemps. Il n'y a jamais lieu de frapper ce qu'on appelle un grand coup, ni de procéder brutalement. L'appareil le plus commode est encore le simple cornet à diaphragme. On doit laisser son ouverture inférieure constamment libre. Après avoir chargé l'appareil, on l'approche de la bouche et du nez du patient auquel on a, au préalable, démontré les avantages de quelques inspirations libres et profondes, les seules qui soient pénibles. La douleur inévitable de ces premières inspirations sera tempérée par la précaution de laisser beaucoup d'air atmosphérique se mêler librement aux vapeurs éthérées. Qu'on se rappelle que la respiration ne s'entretient que par l'air atmosphérique, et qu'en donnant exclusivement au malade des vapeurs de

chloroforme on n'arrive qu'à l'asphyxie. Les inspirations suivantes sont de moins en moins pénibles. On rapproche peu à peu le cornet, jusqu'à ce point qu'il s'applique au contour du nez et de la bouche, et que l'air ne pénètre que par la petite ouverture de l'appareil. Après quelques mouvements, le malade s'endort, et la période d'excitation se trouve presque supprimée. Les femmes présentent, à un moindre degré, cette période. J'en ai vu s'endormir profondément et dans un calme parfait, après quelques inspirations, et la résolution survenir presque immédiatement. Il ne s'agit plus que d'entretenir cet état. Éloignez alors le cornet, rapprochez-le de temps en temps, suivant qu'on veut augmenter, maintenir, diminuer le sommeil anesthésique. Pendant ce temps, un aide instruit et ne s'occupant que de ce soin, a constamment les doigts sur le pouls, rend fréquemment compte de son état, du nombre des pulsations à l'opérateur, l'avertit et se tient prêt à remplir les indications. Mais il faut, pour bien remplir ce rôle, s'habituer de bonne heure aux effets du chloroforme. Tel aide, après les premières opérations, s'effraie de la faiblesse, de l'irrégularité du pouls; il se hâte d'en prévenir l'opérateur. C'est une cause inutile de trouble; car, à cette première petitesse, à cette première irrégularité du pouls ne tarde pas à succéder la régularité des pulsations, un certain degré d'ampleur même, presque semblable à celle qu'on observe dans un calme sommeil.

Chez la dame en question, le sommeil s'établit très promptement, dura, soutenu avec soin et précaution, tout le temps de l'opération et ne se dissipa qu'après le pansement et qu'elle eut été remise dans son lit.

Souvent, si la chloroformisation est arrêtée trop hâtivement, la sensibilité, au lieu d'être émoussée et amoindrie, n'est que pervertie et laisse le malade dans la situation d'une personne assez ivre pour ne pas se rendre un compte bien

exact de ce qu'on lui fait, mais assez clairvoyante encore pour entendre ce qu'on dit autour d'elle et y répondre brusquement. Chose remarquable, même dans ce cas, quand la chloroformisation a été bien conduite, que l'insensibilité a été bien établie, ses effets sensoriaux au moins cessent complètement quand elle a été dissipée; et au contraire, il semble que la secousse, que l'ébranlement du système nerveux ait été plus violent quand le chloroforme a incomplètement agi. Il reste alors une sorte d'excitation qui peut se prolonger plusieurs heures après l'opération.

Au reste, mille nuances ici. J'ai vu une jeune dame tomber dans une anesthésie complète pour avoir respiré quelques gouttes de chloroforme tombées sur un mouchoir. Après l'opération, voulant se rendre un compte plus précis de l'odeur spéciale de cet agent, elle reprend le mouchoir abandonné sur le lit et ayant à peine conservé des traces: l'anesthésie reparaît pour ne cesser que lentement et après quelques mouvements convulsifs.

La malade endormie, placée de telle sorte qu'un jour suffisant éclairât bien toutes les manœuvres, je fis, avec un fort bistouri à tranchant convexe, une incision de 30 à 36 centimètres, s'étendant de 4 centimètres au-dessous du pli de l'aîne au niveau du condyle fémoral interne ; incision tracée un peu en avant du trajet de la veine saphène interne que je tenais naturellement à éviter, et qui comprenait la peau, le tissu cellulaire et le pannicule graisseux, très abondant ici. Cette incision mit dans un point de son étendue à découvert la tumeur et ne fournit qu'une insignifiante quantité de sang ; quelques artérioles furent cependant liées aussitôt.

Je poussai dès-lors rapidement la dissection à la partie antérieure, interne et un peu postérieure de la masse, en n'ouvrant que des vaisseaux d'un ordre inférieur. A mesure que je l'isolais, et sa résistance et ses adhérences semblaient

s'accroître. Encore une fois, ce changement est facile à comprendre : quand vous cherchez à apprécier la mobilité d'une tumeur recouverte de tissus sains, vous faites à votre insu entrer en ligne de compte le mouvement communiqué aux parties voisines ou superposées. Mais quand la tumeur est à nu et que vous n'agissez plus que sur elle seule, vous reconnaissez ses adhérences avec bien plus de netteté, parce que votre observation est plus circonscrite et que vous ne confondez plus ce qui appartient à la maladie en propre avec ce qui appartient aux parties voisines.

La partie supérieure de la tumeur dont j'explorais, chemin faisant, les propriétés, et dans laquelle je constatais toujours l'absence de battements, fut à-peu-près dégagée ; il en fut de même de la partie inférieure. En disséquant, j'avais soin de raser la production malade, de la séparer aussi nettement que possible des tissus ambiants pour mieux en distinguer le contour, ménager les parties voisines, enfin, n'enlever qu'elle. Sur les faces que j'avais déjà découvertes étaient appliqués, comme autant de rubans d'un demi-millimètre d'épaisseur, les muscles couturier, droit interne et une partie du premier abducteur. J'aurais pu les enlever ; je préférai les disséquer rapidement et les écarter pour les conserver. Ainsi, déjà en avançant dans l'opération, nous reconnaissions que cette tumeur, que nous considérions *à priori* comme s'étant développée entre la peau et la première couche musculaire, pénétrait entre cette couche et la profonde. Règle générale : il faut avoir soin de conserver les muscles, quelqu'altérées que semblent leurs propriétés. Plus tard, délivrés de la compression qui les aplatissait, ils reprennent une partie de leurs fonctions, et, véritable cercle, le retour de la fonction achève de leur rendre leur structure. Cependant il ne faudrait pas pousser trop loin l'application de cette règle : s'ils m'eussent trop gêné dans la marche de

l'opération, je n'aurais pas hésité à sacrifier ces muscles secondaires, déjà suppléés dans une partie de leur jeu par les muscles voisins.

La dissection des tumeurs volumineuses doit marcher à grands traits, là où tout fait supposer qu'elles n'ont pas de connexion avec les organes vasculaires ou nerveux vraiment importants. Quand on s'approche de ceux-ci, on ne doit avancer qu'avec ménagement, à petits coups, suivant la tumeur, palpant sans cesse et reconnaissant son chemin. C'est le doigt surtout qui doit sonder incessamment la plaie; cet organe reconnaît merveilleusement la résistance, la densité des parties, fait apprécier les battements des artères et prévient toute méprise.

Ainsi arrivés à la partie interne de la tumeur, je trouvai celle-ci en contact immédiat avec le faisceau vasculaire et nerveux. Sa masse paraissant détachée aux deux tiers, fortement adhérente à sa partie interne et postérieure; là à son point d'attache des battements appréciables à deux pouces au dessus de son niveau inférieur, appréciables enfin sur toute sa longueur, et manifestement dûs à la principale artère du membre accolée à sa veine satellite : tel était l'aspect des parties. L'identification de l'artère crurale avec la tumeur était portée à ce point qu'artère et tumeur ne semblaient faire qu'un tout, confusion égale à celle d'un anévrisme avec le vaisseau qui lui a donné naissance.

Était-ce donc un anévrisme que nous avions méconnu? Alors que nous nous étions cru fondés à admettre que cette tumeur était indépendante de l'artère, devions-nous recevoir de la réalité un si cruel démenti ? La pensée d'un anévrisme traversa rapidement mon esprit; je la surpris dans les yeux, les gestes de mes aides; car dans ces moments, il y a comme une sorte de communication magnétique entre l'opérateur et ses aides, quand il peut compter sur eux : ils vivent un

instant de la même pensée. Mais une prompte réflexion dissipa toute erreur. Palpant alternativement l'artère et la tumeur, je reconnus bien vite, que pendant que les battements de la première étaient nets, précis, faciles à constater, la deuxième n'en présentait aucun. C'eût été le contraire dans le cas d'anévrisme. De plus la tumeur était toujours lisse, dure, blanchâtre. Jamais un anévrisme disséqué n'a eu cet aspect. Il est légèrement ou fortement ardoisé. Ici les points de contact avec le vaisseau étaient sains; dans le cas d'anévrisme, ils eussent été infiltrés, altérés. Voici évidemment ce qui s'était passé : la tumeur, en se développant, avait rencontré l'artère et passé au dessous d'elle. Elle l'avait comprimée de dedans en dehors et d'arrière en avant, l'avait rubanée, pour ainsi dire, sans avoir cependant encore effacé son calibre, car le vaisseau continuait de battre sur toute l'étendue de la production; mais dans sa croissance la tumeur s'était peu à peu emparée de l'atmosphère celluleuse de l'artère, dont la tunique externe était devenue une dépendance de la maladie, de telle sorte que si celle-ci eût été un kyste, l'artère, ainsi aplatie, accaparée pour ainsi dire, eût été renfermée dans la membrane d'enveloppe du kyste, semblant jouer là le rôle d'un sinus artériel. — Cet examen anatomique accompli en moins de temps que je n'en mets ici à en rendre compte, je rassurai mes aides.

La tumeur qui s'était ainsi emparée du vaisseau s'enfonçait au dessous de lui. Pour achever de les dégager, il n'y avait qu'un de ces deux partis à prendre, périlleux l'un et l'autre, mais à des degrés différents. Ainsi je pouvais dégager l'artère de ses adhérences avec la tumeur, adhérences consistant dans la fusion de sa tunique externe avec l'enveloppe générale; en introduisant une sonde cannelée sans cul-de-sac au-dessous de cette tunique, rien de plus facile que de l'inciser dans toute sa longueur; l'artère devenait libre, et je

pouvais, en la rejetant de côté, continuer la dissection. Mais qu'on se figure au fond d'une immense plaie, une artère de premier ordre dépouillée de sa tunique celluleuse, c'est-à-dire de celle de ses enveloppes qui seule offre de la résistance, réduite à ses tuniques interne et moyenne, c'est-à-dire à celles qui, comme obstacles hémostatiques ne sont rien, si elles sont beaucoup sous le rapport anatomique et fonctionnel. Que l'on songe aux conséquences immédiates, certaines, de ce dépouillement de l'artère crurale dans une étendue de 6 pouces au moins. C'était vouer la malade à une hémorrhagie consécutive assurée. L'autre parti consistait à jeter un fil double sur le vaisseau au-dessus du point où il semblait se confondre avec la tumeur; un autre au-dessous du point où il s'en dégageait, et toutes ces garanties acquises contre l'hémorrhagie, disséquer l'artère, la séparer impunément de la tumeur et continuer l'ablation de celle-ci. C'est à ce parti que je m'arrêtai.

Je liai donc la crurale au-dessus et au-dessous de la tumeur, et, libre désormais de toute crainte de grande hémorrhagie, je séparai les deux parties accolées. Après avoir fait soulever la masse, je reconnus qu'elle s'enfonçait sous le vaisseau, et envoyait des racines prolongées jusqu'à la ligne âpre; passant ainsi sous le paquet vasculaire et nerveux. Séparant les organes, les coupant autant avec l'ongle qu'avec le bistouri, je parvins enfin à enlever la tumeur sans en abandonner un débris, et après avoir lié immédiatement une grosse perforante qui n'avait pu être évitée.

La vaste plaie fut aussitôt abstergée. Mais nous n'en avions pas fini avec les péripéties émouvantes de l'opération : la plaie se remplissait d'un sang noir et abondant aussitôt que les éponges étaient retirées. D'où provenait-il ? la veine crurale elle-même avait-elle été ouverte? c'était pour la malade une question de vie ou de mort. C'est déjà trop de l'oblité-

ration de l'artère principale d'un membre inférieur; si le canal veineux collatéral est également compromis, s'il faut le lier, tout le monde le sait, le membre doit tomber en gangrène. Je pensai que si la veine crurale avait été atteinte il me serait peut-être possible d'y faire une ligature longitudinale, qui sans effacer son calibre oblitèrerait sa blessure. Mais voyez quelle incertitude et les dangers de la phlébite alors qu'une veine volumineuse baigne ainsi dans une grande plaie enflammée. Fort heureusement qu'en abstergeant avec encore plus de soin, je ne tardai pas à reconnaitre que le sang sortait à flot, non de la veine crurale même, mais d'un gros affluent, qui, passant sous la tumeur, allait rejoindre la saphène interne, et qui avait été coupé de manière à laisser un tronçon de près d'un pouce de longueur. Je le saisis avec les doigts, une ligature fut jetée, le sang veineux s'arrêta immédiatement, l'opération était terminée.

Si j'ai longuement insisté sur ces divers temps, c'est que tous les embarras, toutes les difficultés qu'on peut rencontrer dans l'ablation des tumeurs semblaient s'être donné rendez-vous ici. Après avoir enlevé les caillots fibrineux qui remplissaient la plaie, les ligatures furent rassemblées en deux paquets : l'un émergeant du point correspondant à la place qu'occupait la tumeur, l'autre d'un point déclive; les lèvres furent rapprochées. Il ne pouvait être question de recourir dans ce cas à la suture, car il aurait fallu en multiplier singulièrement les points, car il fallait s'attendre à une suppuration énorme et prolongée. Je recourus aux bandelettes agglutinatives susceptibles d'être facilement enlevées s'il survenait une hémorrhagie, ne serrant que médiocrement la cuisse qu'elles maintenaient cependant. Une large compresse graduée, d'une longueur égale à celle de la plaie, fut placée à la partie interne pour soutenir le lambeau de ce côté qui devait tendre à s'écarter.

La malade fut replacée dans son lit. Revenue facilement à elle-même, elle accusait un sentiment pénible de froid dans le membre, devenu de plomb, disait-elle, et privé de mouvement. Je l'entourai de bouteilles de grès remplies d'eau très chaude; je prescrivis une portion cordiale : peu à peu la chaleur et la sensibilité se rétablirent, me délivrant de la crainte de voir le sphacèle s'emparer du membre.

Il faut du reste remarquer qu'une condition favorable au prompt rétablissement de la circulation collatérale résultait du développement progressif de la tumeur. La crurale avait été aplatie, la circulation gênée et le développement des artères secondaires avait dû être proportionnel, si bien, qu'au moment où le cours du sang avait été brusquement interrompu dans le vaisseau principal, le liquide avait trouvé les voies collatérales déjà préparées.

La fièvre traumatique fut énergique, mais dura peu. Une suppuration abondante s'établit bientôt; les chairs s'affaissèrent, le gonflement disparut; un mois après la guérison était complète, sauf la présence d'une ligature principale qui ne tomba que beaucoup plus tard et alors que la malade avait repris et la marche et une partie de l'activité de ses habitudes.

Aujourd'hui, 25 septembre 1854, toute trace de l'affection primitive s'est effacée; la cicatrice a diminué d'étendue, reste solide. Les fonctions du membre sont les mêmes qu'avant la naissance de la tumeur, et on peut affirmer qu'aucune récidive n'est à craindre.

La tumeur examinée à l'œil nu et au microscope offrait tous les caractères des masses exclusivement fibreuses.

Pendant ces longues et cruelles épreuves, le courage de la malade s'était soutenu sans altération. Nul doute que le calme et la patience, la confiance absolue dans sa guérison, n'aient puissamment contribué à amener une heureuse solution, alors qu'après l'opération nous osions à peine l'espérer.

NOTES

SUR QUELQUES ROCHES SILURIENNES

DU NORD DU DÉPARTEMENT DE LA MANCHE,

Par M. J. LESDOS.

Grès et Phyllades du Roule.

Dans la séance de la Société des Sciences Naturelles du 20 septembre 1852, M. E. Liais, secrétaire perpétuel, présenta une empreinte de trilobite provenant d'une carrière phylladique du versant ouest de la montagne du Roule ; je trouvai dans le même temps en cet endroit un fossile de la même espèce. Dernièrement, M. de Verneuil, le savant géologue, connu par ses travaux sur les terrains siluriens de l'Ancien et du Nouveau Continent, vint visiter notre pays, et, dans une excursion que j'ai eu l'avantage de faire avec lui, nous avons retrouvé plusieurs exemplaires du même fossile qui, jusqu'à présent, n'avait pas été cité à Cherbourg. Je donnerai sur ce terrain les quelques mots qui suivent.

Le grès quarzeux avec veines de quarzite translucide, formant la roche sur laquelle est construit le Fort du Roule, repose sur des grauwackes phylladiques semblables à celles de Vasteville et de Siouville auxquelles est subordonné le schiste ampélite.

Les phyllades du Roule renferment, comme je l'ai dit plus haut, des trilobites (Calymène de Tristan, déterminée par M. de Verneuil) et une Orthocère dont l'espèce n'a pu être fixée à cause de l'imperfection des exemplaires trouvés. On y voit aussi des corps ovoïdes qui peuvent être des Orthocères ou simplement des nodules ; ils sont presque toujours pyriteux.

Le grès du Roule est l'analogue de celui de Caradoc, et la grauwacke correspond aux schistes de Builth et de Llandeilo de Murchison. Les couches de grès, inclinées de 40° environ vers la mer, sont séparées par une stéatite blanche ou rougeâtre. Dans la partie inférieure on trouve des couches plus minces de grès micacé.

Au dessous du grès micacé, des veines de quarzite blanc alternent avec la grauwacke ; ces deux roches sont intimement soudées en plans parallèles à la manière du schiste novaculaire; elles passent enfin à la grauwacke. Dans sa partie supérieure celle-ci est grossière et facile à désagréger; à la base elle présente un grain plus fin, peut être sciée et acquérir un beau poli. Dans cet état on s'en est servi pour faire des objets d'art, de petits modèles de monuments, dont la teinte noire est d'un bel effet. Au-dessous se trouvent des schistes ardoisiers bleuâtres que l'on exploite.

Gneiss et schistes de la côte de la Hague.

A Nacqueville, triage de la Maison Blanche, se trouve une colline élevée de 20 à 25 mètres, exclusivement formée de gneiss, et sur laquelle est située l'Eglise.

Cette roche, composée de feldspath rose ou blanc, de mica argenté et d'un peu de quarz est assez caractéristique ; les couches sont presque verticales, et dans la direction N.-S. Dans la masse sont répandues des parties composées de feldspath blanc, grenu (leptinite) et renfermant des cristaux de quarz hyalin.

Au sud de l'Eglise, tout près du moulin de Gardier, la même pierre se montre à nu; les couches ont une inclinaison de 35° vers le Sud-Est, et sont en bancs moins épais que dans la première situation. On y trouve le feldspath rose cristallisé assez abondant; dans la partie supérieure elle devient serpentineuse et contient des traces nombreuses de fer oxidé et oxidulé.

Au gneiss de Nacqueville est accolé un schiste pyriteux au milieu duquel se trouve du feldspath rose en masses cristallines, et recouvert par un schiste argileux grisâtre (hameau de Christo). Dans ce dernier on rencontre l'asbeste fibreuse avec un quarz hyalin facilement divisible en prismes. La roche principale est pénétrée par une eurite verdâtre qui se présente sous deux formes différentes : l'une compacte, homogène, et à texture schistoïde; l'autre à texture granitoïde renfermant de l'albite également répartie dans la masse. Cette dernière pourrait être employée avec avantage pour des pierres d'œuvre de petite dimension; elle éclate moins au marteau que le granit.

Sur ces roches se trouve un psammite terreux, micacé, ferrifére, recouvert d'une argile jaune presque entièrement composée de limonite, et dans laquelle se rencontrent des lits de fer oxydé rouge argileux abondants. Le hameau Nicolle et une partie de celui de Christo reposent sur ces psammites.

Au bord de la mer, sur la commune de Gréville, hameau de Landemer, la roche pétrosiliceuse compacte reprend peu à peu la structure schistoïde, et le talc y devient prédominant. On trouve au-dessus un schiste talqueux vert foncé, à feuillets très ondulés, et contenant divers silicates, des traces d'asbeste, du mica, et quelques cristaux rares d'émeraude. C'est dans ces schistes que l'on voit affleurer un filon de stéatite laminaire verdâtre qui a été exploitée pour être

pulvérisée. Dans la stéatite et la roche qui l'enveloppe on rencontre en assez grande abondance la chaux carbonatée rhomboédrique avec des petits cristaux d'amphibole et de fer oxidulé.

Au-dessus des schistes talcifères de Gréville domine une grauwacke feldspatique dans laquelle on retrouve du mica et du fer oxidulé ; elle forme les flancs abruptes de la vallée du Hubilan et de celle où coule le ruisseau de Gruchy. Ces roches et celles qui forment la falaise tout le long de la côte jusqu'à Omonville sont très pittoresques.

A Eculleville on rencontre une protogine avec serpentine verte; nous la verrons reparaître plus loin, mais avec des caractères différents.

Au lieu dit *la Cotentine* se trouve un stéaschiste noduleux, à gros grains de quarz arrondis et à teinte verdâtre, qui est exploité comme pierre d'œuvre; il en est de même sur la lande d'Omonville au-dessus de l'Eglise jusqu'à Digulleville. Cette pierre est l'analogue de celle de la *lande misère* à Hainneville et de celle du *Béquet* à Digoville. Auprès du fort d'Omonville elle est traversée par une roche granitoïde, renfermant des cristaux d'amphibole noire dans une pâte de pétrosilex avec du feldspath rougeâtre ; c'est un véritable porphyre.

En descendant du fort au village d'Omonville la grauwacke reprend la structure schistoïde et renferme beaucoup de mica. Les couches de stéaschiste noduleux sont séparées par une nappe mince de stéatite, ce que nous avons déjà remarqué pour les grès du Roule.

A Digulleville le stéaschiste sur lequel l'église est construite a un grain plus fin, une teinte blanche, et est plus fissile; il a toute l'apparence d'un psammite.

Je terminerai cette courte notice en rappelant que toutes les roches stratifiées que nous venons de passer en revue

appartiennent aux systèmes silurien et cristallophyllien; quant à celles d'épanchement que nous y avons remarquées, nous n'avions pas l'intention d'en déterminer l'âge, ce qui n'aurait de valeur qu'en y joignant toutes celles que l'on rencontre dans l'est et dans l'ouest du nord de notre presqu'île.

Enfin, les psammites d'Urville et leur disposition par rapport aux grauwaches schisteuses de Gréville, permettent de croire qu'ils appartiennent à la partie supérieure du terrain dévonien.

Analyse des Travaux de la Société

RÉDIGÉE PAR LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL.

Séance du 8 mai 1854. (Suite.)

Météorologie. — *Sur une nouvelle méthode pour déterminer la hauteur des nuages.* — M. Emm. Liais entretient la société d'une méthode qu'il a employée plusieurs fois pour déterminer l'élévation des nuages au-dessus du sol, et en particulier, la hauteur des cirrus. Cette méthode consiste à observer d'abord la direction de la ligne menée d'une station à un point du nuage considéré; l'observateur se transporte ensuite à une seconde station éloignée de

quelques centaines de mètres, où il détermine la direction du rayon visuel mené au même point du nuage. Il revient ensuite à la première station observer le même point du nuage qui a marché pendant ce temps. On mène alors un plan par les deux rayons visuels de la première station, et l'intersection de ce plan par le rayon visuel mené de la seconde station détermine un point par lequel a passé le point considéré du nuage. Ce procédé nécessite la persistance de la forme du nuage pendant quelques minutes. Il est surtout applicable aux cirrus longs et étroits. Lorsque ces cirrus marchent dans le sens de leur longueur, il n'est pas nécessaire que les trois observations se rapportent au même point du nuage. Il est d'ailleurs sous entendu que dans tous les cas où l'on applique cette méthode, la direction de la ligne qui joint les deux stations doit faire un angle aussi voisin que possible de l'angle droit avec la direction de la marche du nuage observé. Si cette direction est connue à l'avance, une seule observation à la 1re station suffit, parce que le plan qui renferme la trajectoire du nuage est déterminé par le rayon visuel observé et par une ligne tracée sur le sol dans la direction de cette trajectoire.

Séance du 12 juin 1854.

Botanique.— *Sur les Veronica agrestis et didyma.* — M. Bertrand-Lachênée lit une note sur deux espèces de Véroniques que l'on rencontre fréquemment dans les lieux cultivés, et qui paraissent avoir été confondues jusqu'à ce jour en Normandie sous le nom de *Veronica agrestis L.* L'une est l'espèce linnéenne elle-même, l'autre est le *V. didyma*, Ten. Elles sont bien distinguées et décrites dans les flores de MM. Boreau, Grenier et Godron. Tout en renvoyant aux descriptions de ces auteurs, M. Lachênée rappelle les

caractères différentiels et saillants de ces deux plantes, qui sont : pour le *V. didyma*, une corolle d'un beau bleu, 8 à 10 graines et même davantage dans chacune des loges de la capsule ; pour le *V. agrestis*, une corolle blanche ou à peine lavée de bleu et très-rarement de rose, 4 à 7 graines dans chaque loge du fruit. — Il en est des environs de Cherbourg comme du midi de la France où le *Veronica didyma* est l'espèce la plus commune ; il s'éloigne moins des cultures que le *V. agrestis*, aussi l'épithète de *polita* que M. Fries lui a donnée et qui a été adoptée par M. Boreau, lui convient-elle parfaitement. Enfin il n'est pas étonnant que ces deux espèces se retrouvent dans les mêmes stations, aux îles anglaises où, mieux observées que chez nous, elles ont été reconnues par M. Babington qui les a comprises dans ses *Primitiæ floræ Sarnicæ.*

Minéralogie. — *Sur divers minéraux trouvés à Cherbourg.* — M. J. Lesdos fait connaître plusieurs minéraux provenant du bassin en construction au port militaire; 1° Un groupe de cristaux de sulfate de fer pur ayant 20 centimètres de longueur ; ces prismes stalactiformes étaient très-nombreux et dans un état de pureté parfaite lorsqu'ils ont été trouvés ; 2° Un morceau de chaux carbonatée ferrifère dans lequel une grande quantité de fer est à l'état de peroxyde ; 3° Une masse terreuse déposée à la Direction des travaux hydrauliques. Cette masses fut trouvée à l'état de bouillie et prise pour de la silice gélatineuse ; l'auteur l'a reconnue pour de la stéatite semblable à celle trouvée anciennement au même endroit et qui fut reconnue par l'ingénieur Duhamel, l'un de ceux qui se sont le plus occupés de la minéralogie du département de la Manche.

Physique et astronomie. — *Sur un nouveau chronographe.* — M. Emm. Liais communique à la société la description d'un chronographe qu'il a imaginé. Dans cet

instrument, un crayon appuyant sur une bande de papier mue d'un mouvement uniforme, trace sur cette bande une ligne droite continue ; mais lorsque le phénomène que l'on veut inscrire se produit, l'observateur presse sur une languette qui dévie ce crayon dans un sens perpendiculaire au mouvement de la bande de papier, sur laquelle d'ailleurs l'horloge inscrit le commencement de chaque seconde d'une manière semblable à l'aide d'un second crayon. L'instant où le crayon a commencé à dévier de la ligne droite est ainsi celui où l'observateur à commencé son mouvement et par conséquent celui qui devait être inscrit: c'est en cela que ce système de pointage est plus exact que celui que l'on emploie ordinairement et qui consiste à abaisser un crayon soit directement, soit par l'intermédiaire d'un ressort ou de l'électricité, de manière à marquer un point sur une bande de papier mue d'un mouvement uniforme ; car alors ce n'est pas l'origine, mais la fin du mouvement qui est inscrite, et comme le mouvement a nécessité un certain temps, il en résulte une petite erreur égale à sa durée. Dans le nouveau chronographe, la ligne tracée par le crayon lorsqu'il vient à dévier de la ligne droite est une courbe qui a pour tangente à son origine la ligne droite que le crayon traçait avant cette déviation ; on ne peut donc lever l'incertitude qui en résulte sur le point précis où cette courbe commence qu'en en calculant l'équation; mais ce calcul sera inutile en général, car le temps sur lequel porte cette incertitude n'est qu'une très-petite fraction de la durée du mouvement total que l'on néglige déjà dans les chronographes ordinaires.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Distributeur électro-chronométrique pour la galvanoplastie.* — M. du Moncel envoie la description d'un distributeur électro-chronométrique pour la galvanoplastie. Au moyen de cet appareil, les plaques où objets que l'on trempe dans le bain électrolytique pour les

argenter ou les dorer, s'en trouvent retirées en temps voulu sous la seule influence d'nne horloge régulatrice. Cette disposition convient particulièrement pour les pièces que l'on veut dorer ou argenter *au trempé* d'après le procédé de M. Elkington. L'appareil consiste essentiellement en un système de détente électro-magnétique qui permet à un contre-poids de soulever hors du bain le cordeau métallique sur lequel sont assujéties les pièces qui sont trempées. Le cordeau se trouvant par ce fait incliné dans un sens, les objets glissent au moyen de supports à roulettes en dehors de la cuve et viennent se placer les unes à côté des autres, auprès du point d'attache du cordeau métallique. L'horloge régulatrice porte autour de son cadran deux circonférences ou anneaux métalliques. L'un de ces anneaux correspond aux durées qui ne dépassent pas l'heure, l'autre aux durées qui la dépassent. Chacun d'eux est armé de 12 chevilles métalliques à charnières également espacées sur son pourtour, et que l'on abaisse en plus ou moins grand nombre, suivant le temps jugé convenable pour l'effet électrolitique. Si l'on veut, par exemple, que les pièces soient immergées seulement pendant 5 minutes, on laisse toutes les chevilles redressées ; alors l'aiguille en les rencontrant successivement forme, après chaque période de 5 minutes, un courant électrique passant au travers de l'électro-aimant du système de détente, et les pièces sont soulevées. Si l'on veut que l'action électrolitique dure 10 minutes, on abaisse 6 des chevilles, de manière qu'elles alternent avec les 6 chevilles qui restent dressées.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la cause des zigzags des éclairs.* — M. du Moncel communique à la société une lettre de M. Grove qui annonce que ses expériences avec la machine de Rumkorff l'ont conduit à admettre que les variations de la température dans les différentes couches de l'atmosphère,

doivent influer sur les zigzags des éclairs concurremment avec les hydrométéores dont M. du Moncel a démontré l'effet conducteur. Cela résulte, dit M. Grove, de ce qu'on obtient les zigzags en faisant passer l'étincelle d'induction au travers de la flamme d'une lampe à alcool. En transmettant cette lettre, M. du Moncel ajoute que l'opinion de M. Grove est conforme à celle qu'il a lui-même émise antérieurement, puisque dans son mémoire, il attribue les zigzags des éclairs à leur présence au milieu de conducteurs secondaires; et l'air plus ou moins dilaté est classé par lui (théorie des éclairs, page 62) parmi les conducteurs de ce genre. D'ailleurs, son expérience de l'étincelle au travers de la flamme d'une bougie (page 63) prouve que dans une atmosphère *également sèche mais inégalement dilatée*, l'étincelle ou l'éclair passe de préférence par les parties les plus chaudes : ce qui suffirait déjà pour l'explication de la déviation des éclairs de la ligne droite. Néanmoins, M. du Moncel affirme que cette cause n'est pas la cause prédominante, et que la cause principale, celle qui doit être considérée avant toutes les autres, est, comme il l'a fait voir dans son mémoire sur les éclairs, la présence des hydrométéores, soit nuages, soit pluie, soit courants ascendants d'air humide.

ELECTRICITÉ. — *Sur les vibrations observées dans les poteaux des télégraphes électriques*. — M. Fleury appelle l'attention de la société sur un phénomène que beaucoup de personnes ont pu remarquer. Ce phénomène consiste dans un certain son que produisent quelques-uns des poteaux des télégraphes électriques. Auprès de Cherbourg, ceux de ces poteaux qui sont placés dans le chemin des Ruettes, sont particulièrement remarquables sous ce rapport. Le son ordinairement accompagné d'une vibration des poteaux perceptible au tact, semble dépendre, quoique d'une manière fort énigmatique, soit du courant de la pile, soit des courants

d'induction résultant des fermetures et des ruptures de ce courant, soit enfin des courants statistiques dus à l'électricité atmosphérique, ou des courants déterminés par les variations du magnétisme terrestre.

Séance du 10 juillet 1854.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Explosion des mines par l'électricité.* — M. Th. du Moncel rend compte à la société des expériences qu'il vient de faire au port de Cherbourg, avec MM. Dussaud et Rabattu, pour l'explosion des mines par l'électricité. Malgré les mauvaises conditions de l'installation et de la disposition du terrain, il a pu faire sauter des mines à environ 500 mètres de distance, en faisant entrer le sol pour moitié dans la composition du circuit. Ces expériences décisives ont engagé MM. Dussaud et Rabattu à employer ce moyen d'inflammation pour l'explosion de leurs grandes mines. M. du Moncel profite de la circonstance pour rappeler à la société que la question de l'inflammation des mines par l'électricité n'est pas aussi simple en pratique qu'on pourrait le croire d'après les expériences de cabinet. En effet, le courant des piles de Bunsen, qui est le plus énergique de tous les courants dynamiques, ne peut produire une action calorifique susceptible d'enflammer la poudre, qu'à une très petite distance de la pile. Pour faire rougir un fil de platine, quelque fin qu'il soit, à 150 mètres, il ne faut pas moins de 40 ou 50 éléments et des conducteurs très gros. Or, il est facile de comprendre combien serait onéreux un pareil système, puisque pour charger la pile il faudrait deux heures au moins, et que la dépense ne s'élèverait pas à moins de 15 fr. Les efforts des physiciens pour rendre cette application praticable ont donc dû tendre à remplacer l'action calorifique de la pile par une action indirecte qui

permît d'en diminuer la force et d'agir à une plus grande distance. C'est ce à quoi sont parvenus successivement MM. Slateham, Verdu, Savare, du Moncel, etc.; et il est résulté de l'ensemble de tous leurs systèmes individuels, un procédé général qui, dès le moment présent, est parfaitement applicable. Ce procédé consiste 1° à donner au courant de la pile par l'intermédiaire de l'appareil de Rumkorff, une tension suffisante non seulement pour ne pas être affaiblie par la distance, mais pour produire étincelle; 2° à rendre l'inflammation de la fusée plus facile par l'interposition dans la solution de continuité qui motive l'étincelle, d'un corps de conductibilité secondaire; 3° à éviter les pertes de l'électricité portée ainsi à une aussi grande tension, par l'emploi de conducteurs recouverts de gutta-percha vulcanisée; 4° à fortifier l'action du courant qui doit être ramifié (pour l'explosion de plusieurs mines) par des relais électriques ou par des fusées combinées avec le métal Darcet. Ces conditions étant remplies, on peut, avec un seul élément de pile Bunsen, ou une machine de Clarke, enflammer à une distance illimitée autant de mines qu'on le désire. La question de dépense est insignifiante une fois les appareils achetés, car la seule dépense qui peut se renouveler dans ce système est celle de l'entretien de la pile et des fusées d'explosion; or, la dépense d'un élément de Bunsen, dans les conditions de l'explosion des mines, est inappréciable, et les fusées faites d'après le procédé de M. Th. du Moncel, ne reviennent pas à plus de 10 centimes : encore la pile peut-elle être remplacée par une machine électro-magnétique qui ne coûte aucun entretien.

Physique appliquée. — *Fusées pour l'explosion des mines par l'électricité.* — M. Th. du Moncel parle des expériences qu'il a faites sur l'inflammation de la poudre par l'électricité lorsqu'elle est combinée à des corps de conduc-

tibilité secondaire. Il résulte de ces expériences, que l'étincelle d'induction de l'appareil de Rumkorff étant longue de 4 à 5 millimètres environ, peut passer à travers la poudre sans l'enflammer, mais qu'en mélangeant cette poudre avec de la limaille métallique (de la limaille de fer, par exemple), on augmente considérablement sa faculté d'explosion, puisque l'étincelle soutirée au travers d'une solution de continuité de 4 centimètres entre les conducteurs, a pu enflammer le mélange. Ces considérations ont engagé M. Th. du Moncel à introduire dans ses fusées des corps de conductibilité secondaire. Celui de ces corps auquel il a donné la préférence, à cause de sa nature non métallique, est le liège carbonisé après qu'il a été imprégné d'acide sulfurique. Ce corps rougit et s'enflamme avec la plus grande facilité, tout en conduisant le courant, de telle sorte qu'étant interposé entre les deux bouts du fil qui se trouvent de part et d'autre de la solution de continuité, il ne peut faire autrement que d'enflammer la poudre. Cette propriété de ce conducteur permet en outre de s'assurer de la bonté des fusées avant de les faire agir; il suffit pour cela de faire passer au travers le courant de la machine. Si l'étincelle est nette et blanche, la fusée est mauvaise; si au contraire elle présente un point de lumière rayonnante, ou une lueur rouge, la fusée est bonne. Il ne s'agit plus alors pour la compléter que de la plonger dans une petite cartouche remplie de poudre et de bien ficeler le bout de cette cartouche sur le fil recouvert de gutta-percha dans lequel a été pratiquée la solution de continuité. — D'un autre côté, M. du Moncel ayant fait passer le courant d'induction au travers du carreau étincelant, s'est assuré que si le nombre des solutions de continuité que l'on peut pratiquer sur l'étendue du circuit induit n'est pas indéfini, puisque les étincelles n'apparaissent que quand elles sont seulement au nombre de 122 à 150 (pour un seul

élément de Bunsen), il est du moins assez considérable pour démontrer qu'il y a avantage à établir sur le même circuit, et non par dérivations, les points d'inflammation de la poudre.

CHIMIE.— *Essai du mercure et exemple de dimorphisme du bi-oxyde et du bi-iodure.*— M. Besnou fait remarquer à la société que la distillation ne suffit pas toujours pour enlever complètement les métaux étrangers qui accompagnent le mercure le plus ordinairement, comme le plomb, le bismuth, l'étain. Plusieurs procédés de purification par voie humide ont été décrits, et les auteurs qui les ont indiqués sont trop justement appréciés dans la science pour que l'on puisse douter de leur exactitude, quand le contact a été suffisamment prolongé ; néanmoins la certitude absolue est préférable. Il devient donc nécessaire, si l'on tient à fabriquer des instruments irréprochables, de s'assurer directement que la séparation par l'un ou l'autre de ces moyens a été complète. Voici celui que M. Besnou croit le plus simple et à la portée de tous. — Prendre 5 grammes de mercure, le dissoudre dans une capsule de porcelaine parfaitement blanche, au moyen de deux parties d'acide nitrique pur. Evaporer à siccité à feu nu, puis placer la capsule sur les charbons ardents pour décomposer ainsi successivement le nitrate, l'oxyde rouge, puis vaporiser la totalité du mercure. — Dans le cas de pureté, la capsule devient parfaitement nette ; si au contraire il y a des métaux étrangers, leurs oxydes, qui sont irréductibles, restent à l'état pulvérulent. Le dosage s'en fait, si besoin est, par le calcul ordinaire des proportions chimiques. En faisant cet essai, M. Besnou a eu occasion de remarquer que le bioxyde qui se produit prend, sous l'influence de la chaleur, une couleur rouge bien violacée, assez foncée, et l'aspect cristallisé en petites aiguilles ; l'agitation au moyen d'une baguette de verre suffit pour changer cette nuance brune en un rouge aurore fort beau,

ton que l'on recherche dans ce produit. C'est là un cas de dimorphisme qni n'a pas été signalé. Un phénomène analogue se présente aussi avec le deuto-iodure de mercure. Sous l'influence d'une chaleur assez peu élevée, il perd sa belle et riche couleur rouge, devient d'un beau jaune comme l'iodure de plomb. Le refroidissement lent ne suffit pas pour le ramener de suite à la couleur primitive, mais la simple agitation avec une baguette de verre en détermine le retour immédiatement. Cette observation toute simple peut avoir une certaine importance, car dans une affaire médico-légale, l'auteur eût pu se trouver indécis, pour constater l'essence métallique, si plus tard il n'avait obtenu un très petit globule visible seulement à la loupe, terme absolu de l'ensemble des preuves que fournissent les réactions habituelles que donne le mercure.

Chirurgie.— *Pathologie et thérapeutique des tumeurs.* — M. le docteur Dufour lit un mémoire sur la pathologie et la thérapeutique chirurgicale des tumeurs en général. (Imprimé page 353).

Botanique. — *Études sur les Lichens de l'Algérie.* — M. le docteur Nylander adresse à la société un mémoire intitulé : *Etudes sur les Lichens de l'Algérie.* (Impr. p. 305).

Botanique. — *Diatomées marines.* — M. Alph. de Brébisson envoie à la société un mémoire, accompagné de figures, intitulé : *Note sur quelques diatomées marines, rares ou peu connues, du littoral de Cherbourg.* (Impr. p. 241).

Botanique. — M. Bertrand-Lachênée entretient la société d'une herborisation qu'il a faite le mois dernier dans les landes d'arkose de Carneville ; il y signale les plantes suivantes : *Spergula subulata* Sw., *Trigonella ornithopodioides* D.C., *Myriophyllum alterniflorum* D.C., *Heliosciadum inundatum* Koch, *Alisma natans* L.

Botanique. — *Sur quelques algues nouvelles.* — M. G. Thuret communique à la société la description de quelques algues nouvelles qu'il a récoltées aux environs de Cherbourg.

Protococcus crepidinum.—*P. strato gelatinoso, olivaceo; gonidiis sphæricis, flavescentibus, homogeneis, interdum simplicibus, plerumque geminatis aut quaternatis aut pluries quadripartitis, rarius in glomerulos parvulos coalitis. Diam. gonid. singul. circiter 1/150 millim. — Hab. ad crepidines molesque graniticas, in summo refluxus limite.* — Durant les jours pluvieux du mois de mai, cette espèce formait le long du mur du quai Napoléon et de la jetée de l'ouest, des masses gélatineuses de couleur olivâtre, de consistance trémelloïde qui disparaissaient presque entièrement lorsque le temps redevenait sec. L'auteur l'a trouvée aussi, mais moins abondamment, sur le mur de l'enceinte du port militaire, vis-à-vis les rochers du Hommet. Elle est très-distincte et n'a aucun rapport avec les deux seules espèces marines de ce genre, décrites par M. Kützing dans son *Species algarum*.

Glæocapsa insignis.—*G. strato gelatinoso, viridi, verruculoso; vesiculis matricalibus achromaticis amplis, interdum confluentibus et obsoletis, gonidia sphærica, læte viridia, geminata aut quaternata aut pluries quadripartita, foventibus. Diam. gonid. singul. circiter 1/55 millim.— Hab. ad truncos arborum inter muscos.* — M. Thuret a trouvé cette belle espèce en hiver et au printemps sur les arbres du Cauchin. Elle est cachée entre les mousses et ne devient visible que les jours de pluie. L'épaisseur de l'enveloppe mucilagineuse qui entoure les gonidies, la grosseur de celles-ci et leur belle couleur verte, ne permettent pas de la confondre avec aucune des espèces décrites par les auteurs.

Monostroma orbiculatum.—*M. fronde natante, viridi, ampla (interdum ultra 5 decim. lata), radiatim plicata, plus minusve lobata, ambitu subrotundo, margine undulato.— Hab. in aquis subsalsis.* — Cette espèce

était fort abondante en mars-mai dans un des fossés du fort de Querqueville, où croissent les *Ruppia*, *Zannichellia*, etc. Elle ressemble d'aspect à l'*Ulva latissima*, L.; mais sa structure est très-différente, et tout à fait conforme à celle qui caractérise le genre *Monostroma*, Thur.

Vaucheria piloboloides. — *V. marina, cespite denso, atro-viridi; filamentis erectis, flaccidis, 3-4 centim. longis; fructu duplice: 1° sporangio terminali, cylindraceo-clavato, ex apice tumido filamenti formato, materia nigro-viridi (demum in zoosporam abeunte) farcto; 2° sporangio laterali globoso, pedicellato, massam viridem lenticularem, ad superiorem partem sporangii adfixam, fovente.—Hab. ad rupes arenoso-lutosas.* M. Thuret a récolté cette plante à Saint-Vaast-la-Hougue, en août 1850; il l'a retrouvée à Cherbourg, en septembre-novembre, sur les rochers de Longlet, du Hommet et de la baie Sainte-Anne. La fructification latérale, beaucoup plus commune que la terminale, rappelle assez bien l'aspect des petits champignons du genre *Pilobolus*.

Astronomie. — *Eclipse de soleil à Nouka-Hiva.* — La société reçoit communication d'une note de M. Jardin sur les observations qu'il a faites à Taï-o-Haé, île de Nouka-Hiva, pendant l'éclipse partielle de soleil du 30 novembre 1853.

Séance du 2 août 1854.

Physique. — *Electro-aimants.* — M. Th. du Moncel présente à la société un travail sur la disposition à donner aux électro-aimants suivant les applications auxquelles on veut les soumettre. (Imprimé page 259).

Physique appliquée. — *Serrures électriques.* — M. Théodose du Moncel décrit la disposition des serrures électro-magnétiques, destinées à l'ouverture des portes, barrières, grilles, etc., situées à une grande distance, par exemple à

l'extrémité d'un parc. Dans ce système, le pêne de la serrure, au lieu d'être mobile, est fixe, et c'est sur la clavette d'arrêt qui maintient la porte fermée, que réagit l'électro-aimant de la serrure. Le problème des serrures électriques n'est cependant pas aussi simple qu'on pourrait le supposer d'après ce simple aperçu; car il faut 1° que la fermeture du courant soit d'une certaine durée pour qu'on ait tout le temps nécessaire pour pousser la porte ; 2° que la rupture du courant ait lieu après l'ouverture de la porte, afin que la clavette qui a été soulevée retombe et puisse brider de nouveau le pêne lorsqu'on referme la porte ; 3° que, quand la porte se trouve fermée, le commutateur qui a opéré la fermeture du courant d'une manière durable, soit relevé et remis en position de réagir de nouveau. M. Th. du Moncel décrit les moyens qu'il a employés pour satisfaire à ces exigences.

Botanique. — M. Bertrand-Lachênée communique à la société des échantillons du *Trifolium maritimum*, Huds., plante assez rare qu'il a trouvée dans les falaises de Herqueville, et qui n'avait pas encore été signalée à Cherbourg.

Météologie. — *Température de l'air.* — A l'occasion d'une note présentée récemment à l'académie des sciences par M. Bravais, note dans laquelle l'auteur annonce s'être assuré qu'un thermomètre tournant avec une faible vitesse, n'acquiert pas par suite du frottement de l'air un excès de température égal à un 25ᵉ de degré, M. Emm. Liais annonce à la société que ses recherches lui ont prouvé que cependant les thermomètres tournants sont encore loin, dans un grand nombre de cas, de donner la température exacte de l'air. Cela ne vient pas, dit-il, de l'échauffement dû à la résistance de l'air, échauffement démontré insensible par M. Bravais, mais bien de l'action du rayonnement des corps voisins du thermomètre, qui bien que diminuée, se manifeste cependant. Il est tout à fait inexact de dire, comme on

l'a avancé, qu'un thermomètre tournant exposé au soleil indique la même température qu'à l'ombre. M. Liais s'est assuré qu'il y a toujours une différence notable qui, quelquefois, peut atteindre deux degrés. En donnant simultanément à l'ombre le même mouvement de rotation à deux thermomètres, l'un à boule vitreuse, l'autre à boule noircie, ces deux thermomètres marquent des températures généralement différentes de 1 à 2 dixièmes de degré, et qui sont de signe contraire le jour et la nuit. L'auteur à même vu une fois cette différence atteindre jusqu'à un demi-degré, dans le voisinage d'un mur qui cependant avait cessé d'être chauffé depuis plus de deux heures. Si l'on remarque que la différence des pouvoirs émissifs de la surface vitreuse et de la surface noircie n'était pas très-grande, on restera convaincu que les thermomètres tournants, quoique donnant une température plus voisine de celle de l'air que les thermomètres fixes, sont encore souvent loin de faire connaître sa température exacte. Cette température exacte se conclut beaucoup mieux des indications de 3 thermomètres semblables de forme et de volume, mais dont les surfaces sont douées de pouvoir émissifs très-différents, ainsi que l'auteur l'a fait voir dans une note insérée dans les comptes-rendus de l'académie des sciences, 1851, 2e semestre, page 207.

Physique. — *Nouveau condensateur de l'électricité.* — M. L. Fleury communique à la société la description d'un nouveau condensateur de l'électricité. Cet appareil se compose simplement de deux plaques isolantes, deux lames de verre, par exemple, étamées d'un seul côté. Pour se servir de cet appareil, il suffit de placer les deux lames de verre l'une sur l'autre de manière que leurs faces non étamées soient en contact, puis on charge le condensateur comme à l'ordinaire. Quand la charge est complète, si l'on veut employer l'électricité libre, il suffit d'éloigner l'une de l'autre les deux plaques isolantes.

Botanique. — *Glumacées d'Afrique.* — M. Le Jolis présente une liste de quelques glumacées intéressantes recueillies, en 1850 et 1851, sur les côtes occidentales d'Afrique, par son bien regrettable ami Alex. Le Quévin, alors commissaire à bord de la corvette la *Prévoyante*. Déjà notre collégue M. Jardin, qui a herborisé dans les mêmes parages, de 1845 à 1848, en avait rapporté un assez grand nombre d'espèces entièrement nouvelles et qui ont été déterminées par le Dr Steudel. C'est au moyen de ces types que M. Le Jolis a reconnu la plupart des espèces de sa nouvelle collection; ses déterminations ont d'ailleurs été confirmées par M. Steudel, qui a nommé en outre les quelques espèces qui n'étaient pas encore connues. Voici la liste de ces plantes, qui sont décrites dans le *Synopsis plantarum glumacearum* que publie en ce moment le savant botaniste d'Esslingen.

Cyperus spicato-capitatus St.,—*Bulamensis* St.,—*aristatus* var. *contracta* St.; *Panicum glabrescens* St.;—*porranthum* et var. *hirsutissimum* St.,—*brachiariæforme* St., — *insculptum* St., — *prolisetum* St. (Ile du Prince); *Eragrostis pilosa* Lam. (Ile du Prince), — *tremula* Lam., — *ciliaris* Link,—*Jardini* varr. *major* et *minor* St. (Gabon); *Eleusine indica* Gærtn. (Gabon), — var., an species nova? (Loango); *Olyra guineensis* var. *minor* St. (Ile du Prince); *Cenchrus echinatus* L.; *Setaria glauca* Pal.; *Sporobolus spicatus* Kunth.; *Dactylotemium ægyptiacum* Willd.; *Chloris abyssinica* Hochst. (St-Joseph); *Paspalum Jardini* St. (Gabon); *Pennisetum tenuispiculatum* St. (Gabon).

Physique et chimie. — M. le docteur Payerne lit à la société un mémoire relatif à la solubilité de l'air dans l'eau. (Imprimé page 245).

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus par la Société,

Octobre 1853 à Septembre 1854.

ADAM (Achille.) — *Drainage. 2e et 3e rapports à la société d'agriculture de Boulogne;* in-8°, Boulogne, 1853.

ANDELLE. — *Considérations sur l'essor à donner en France aux chemins de fer;* in-4°, Paris.

Angers. — Société industrielle d'Angers et de Maine-et-Loire. — *Bulletin, 2e série.* — 4 vol. in-8°, Angers, 1850 à 1853. — *Table générale et analytique des 20 volumes de la 1re série des bulletins, 1830 à 1849.*—In-8°, 1850.

AUDÉ. — *Nouvelles expériences sur la poussée des terres* (avec additions par MM. Poncelet et Domergue). — In-8°, Paris, 1849.

BALE. — Société des Sciences naturelles. — *Bericht über die Verandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel;* n° V, in-8°, Bâle, 1843. — n° VI, 1844. — n° VII, 1847. — n° VIII, 1849. — n° IX, 1851. — n° X, 1852. — *Verandlungen der naturforschenden Gesellschaft, Erstes heft,* in-8°, 1854.

BENOIST. — *Catalogue des oiseaux observés dans l'arrondissement de Valognes depuis 10 ans;* in-8°, Cherbourg, 1854.

BERGER DE XIVREY. — *Rapport fait à l'Académie des inscriptions et belles-lettres, au nom de la commission des antiquités de France.* — In-4°, Paris, 1853.

Berlin. — Académie royale de Prusse. — *Monatsbericht der Kœnigl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin.* — 8 livr. in-8°, Janvier à Août 1854.

Berlin. — Société de Physique. — *Die Fortschritte der Physik in den Jahren 1850 und 1851, redigirt von Dr A. Kronig und Pr Beetz.* — 1 vol. in-8°, Berlin, 1854.

Besançon. — Société libre d'émulation du Doubs. — *Mémoires, 2e série.* — In-4°, 1er vol. 1850. — 2e vol. 1851. — 3e vol. 1852. — 5e vol., 1re livr. 1854.

Bineau. — *Rapport sur l'emploi de la tourbe pour le puddlage de la fonte et le travail du fer au four à réverbère, dans les forges d'Ichoux.* — In-8°, Paris, 1835.

Bologne. — Académie des Sciences. — *Memorie dell'accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, T. IV, fasc. II, III, IV.* — In-4°, 1853. — *Rendiconti delle sessioni dell'accademia,* 1852-1853, in-8°, Bologne, 1853.

Bonn. — *Verandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande und Westphalens ;* 10e année, livr. 1 à 4. — In-8°, Bonn, 1853. — 11e année, livr. 1 et 2. — 1854.

Bordeaux. — Académie des Sciences, Belles-lettres et Arts. — *Recueil des actes; T. XV.* — 1853.

Bordeaux.—Société Linnéenne.—*Actes; T. XIX.*—1853-54.

Boston. — Académie américaine des Arts et des Sciences. — *Proceedings of the american academy of arts and sciences; T. I, 1846-1848.* — In-8°, Boston, 1848. — *T. II, 1848-1852.* — In-8°, Boston, 1852.

Breslau. — Académie impériale Léopoldino-Caroline des curieux de la nature. — *Nova acta academiæ cæsareæ Leopoldino-Carolinæ naturæ curiosorum;* in-4°, fig. col., Breslau et Bonn, *T. XII, pars 1a.* 1824. — *T. XV, pars 2a,* 1831. — *T. XVII,* suppl., 1836. — *T. XVIII,* suppl. II, 1841. — *T. XIX, pars 1a,* 1839. — *T. XIX,* suppl. II,

1844. — *T. XX, pars 1ª*, 1843. — *T. XX, pars 2ª*, 1844. — *T. XXI, pars 1ª*, 1845. — *T. XXI, pars 2ª*, 1845. — *T. XXI*, suppl. I, 1846. — *T. XXII, pars 1ª*, 1847. — *T. XXII, pars 2ª*, 1850. — *T. XXIII, pars 1ª*, 1851. — *T. XXIV, pars 1ª*, 1854.

Brisson. — *Rapport sur la police du roulage*; in-4°, Paris, 1828.

Bruxelles. — Académie royale des Sciences, Belles-lettres et Arts de Belgique. — *Bulletins; T. XIX*, 1re, 2e et 3e parties, in-8°, 1852. — *T. XX*, 1re et 2e parties, in-8°, 1853. — *Annuaire pour 1853*. 1 vol. in-12, 1853.

Caen. — Société Linnéenne de Normandie. — *Mémoires, T. I*, in-8°, Caen, 1824. — *T. II*, in-8°, et atlas, in-4°, 1825. — *T. VII*, in-4°, 1842. — *T. VIII*, in-4°, 1849.

Caen. — Association Normande. — *Annuaire des cinq départements de l'ancienne Normandie;* in-8°, 1854.

Calcutta. — Société asiatique. — *Journal of the asiatic society of Bengal;* n° 238, in-8°, Calcutta, 1853. — n° 239 et 240, in-8°, 1854.

Carte hydrographique de la France, présentant l'ensemble des voies navigables et des chemins de fer, dressée en 1828, rectifiée et complétée en 1849, en 12 feuilles.

Carte générale des principales voies de communication du royaume de France, publiée en 1846 et complétée en 1849; en 6 feuilles.

Carte générale des principales voies de communication de la France, dressée en 1832, complétée en 1849; en 2 feuilles.

Carte des routes nationales de la France, dressée en 1824 et rectifiée en 1848.

Carte de la navigation intérieure et des chemins de fer de la France, dressée en 1820 et rectifiée en 1848.

Carte des voies de communication du département de la Seine.

Cherbourg. — Société d'agriculture. — *Annuaire agricole; T. VII,* in-8°, Cherbourg, 1854,

Clermont-Ferrand. — *Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; T. XXVI,* in-8°, 1853.

Collignon. — *Du concours des canaux et des chemins de fer et de l'achèvement de la Marne au Rhin;* in-8°, Paris, 1845.

Collin. — *Recherches expérimentales sur les glissements spontanés des terrains argileux, accompagnées de considérations sur quelques principes de la mécanique terrestre;* 2 vol. in-4°, avec atlas, Paris, 1846.

Combes. — *Mémoire sur l'exploitation des mines des comtés de Cornwall et de Devon;* in-8°, Paris, 1834.

Cordier (J.) — *Essais sur la construction des routes, des ponts suspendus, des barrages, des canaux, et la législation des travaux publics;* 2 vol. in-8°, Paris, 1823 et 1828, avec atlas in-folio.

De Barmon. — *Seigneurs de Lonvilliers, ascendants de l'Impératrice Joséphine; Jehan, Sr d'Angoudessent;* in-8°, Cherbourg, 1854.

De Gallois. — *Des chemins de fer en Angleterre, notamment à Newcastle;* in-8°, Paris, 1818.

Delavau. — *Mémoire sur un projet de chemin de fer de Marseille à Lyon;* in-8°, Paris, 1835.

Del Giudice. — *Universalita dei mezzi di previdenza, difesa, e salvezza par le calamita degl'incendi;* in-4°, Bologne, 1848,

D'Hombre-Firmas. — *Mémoire sur le drainage;* in-8°, Montpellier, 1853. — *Essai sur la croissance des arbres;* in-8°, 1841. — *Mémoire sur la maladie des feuilles de murier;* in-8°, 1853.

De Marivault. — *Des chemins de fer et des dispositions propres à assurer leur exécution et leur usage;* in-8°, Paris, 1839.

De Notaris. — *Index seminum regii horti botanici genuensis, anno 1852;* in-8°, Gènes, 1853.

Des Moulins. — *Etudes organiques sur les Cuscutes;* in-8°, Toulouse, 1853. — *Lettre à M. le Dr Montagne, en réponse à son mémoire intitulé : Coup-d'œil rapide sur l'état actuel de la question relative à la maladie de la vigne ;* in-8°, Bordeaux, 1854. — *Discours d'ouverture prononcé dans la séance publique de la société Linnéenne de Bordeaux, le 4 novembre 1853;* in-8°, Bordeaux.

Dijon. — Académie des Sciences, Arts et Belles-lettres. — *Mémoires, 2e série, T. II,* in-8°, Dijon, 1854.

Doin (Alexis.) — *Mémoire sur le canal latéral à la Garonne établissant la jonction définitive des deux mers ;* 2e édition, in-4°, Paris, 1835.

Donny (F.) — *Mémoire sur la cohésion des liquides et sur leur adhérence aux corps solides ;* in-4°, Bruxelles, 1844. — *Note sur la sophistication des farines ;* in-8°. — *Recherches sur la sophistication des farines ;* in-8°, 1846. — *Notice sur une projection géographique nouvelle;* in-8°. — *Notice descriptive de la Donny-pompe ;* in-8°, 1841. — Voyez Mareska.

Ducros. — *Mémoire sur les quantités d'eau qu'exigent les canaux de navigation ;* in-8°, Paris, an IX.

Dufrénoy. — *Rapport sur l'emploi de l'air chaud dans les usines à fer de l'Ecosse et de l'Angleterre;* in-8°, Paris, 1834.

Du Moncel. — *Etude du dessin de paysage d'après nature ;* in-4°, Paris, 18 . — *Exposé des applications de l'électricité ; T. I,* in-8°, Cherbourg, 1853. — *Théorie des éclairs ;* in-8°, Cherbourg, 1854.

Edimbourg. —*The Edinburgh new philosophical journal; T. LVI,* in-8°, 1854.

ERMAN. — *Report on the calculation of the Gaussian constants for 1829;* in-8°, Londres, 1847.

FAA DE BRUNO. — *Mémoire sur les colonnes torses ;* in-4°, Paris, 1850. — *Memoria sopra lo stabilimento di un osservatorio magnetico e meteorologico in Torino ;* in-8°, Turin, 1854. — *Démonstration du théorème relatif à la réduction des fonctions homogènes à deux lettres à leur forme canonique;* in-4°, Paris, 1852.

Florence. — Académie des Géorgophiles. —*Rendiconti delle adunanze della reale accademia dei Georgofili di Firenze ;* septembre 1853 à août 1854, in-8°, Florence.

Florence. — *Sesta riunione agraria di Meleto, del di 8 giugno 1853;* in-8°, Florence, 1853.

FRESNEL (A.) — *Mémoire sur un nouveau système d'éclairage des phares ;* in-4°, Paris, 1822.

Fuchs (J.-N. von.) — *Theoretische Bemerkungen über die Gestaltungs-Zustænde des Eisens;* in-4°, Munich, 1852.

GALVANI. — *Collezione delle opere del celebre prof. L. Galvani ;* in-4°, Bologne, 1841. — *Aggiunta alla collezione delle opere del prof. L. Galvani ;* in-4°, Bologne, 1842, (publié par l'académie des sciences de Bologne).

GIOVANINI (Gaetano.) — *Del trapano-sega chirurgico ;* in-4°, Bologne, 1853.

GIROUD. — *Mémoire sur l'exploitation de la mine d'anthracite de la Rivoire*, in-8°, Paris, 1836.

GOPPERT. — *Systema filicum fossilium ;* in-4°, Breslau, 1836.

Gœttingue. —Société royale des Sciences. — *Nachrichten von der Georg-Augusts-Universitat und der Kœnigl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Gœttingen;* in-8°, 1853.

GOURLIER (Ch.) — Voyez VATOUT.

GRILLENZONI. — *Di alcune nuovi esperimenti del Dott. Allessandro Palagi di Bologna, sulle variazioni elettriche a cui vanno soggetti i corpi scostandosi dal suolo o da altri corpi, ovvero accostandosi ad essi;* in-8°, 1853.

Guéret. — Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse, *T. II, 1er bulletin*, 1854.

GUEYMARD. — *Rapport sur la conduite des fourneaux à l'air chaud;* in-8°, Paris, 1832. — Voyez VICAT.

GUIFFART. — *Essai sur l'aménorrhée idiopatique et les affections secondaires qui peuvent en être la conséquence ;* in-4°, Paris, 1854.

HALDEMAN. — Voyez *Melsheimer*.

Halle. — Société des Sciences Naturelles. — *Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle,* T. I, in-4°, 1833-1854 ; T. II. 1re livr., 1854.

HAMBOURG. — *Index seminum in horto botanico Hamburgensi a. 1853 collectorum ;* in-4°.

HAUSMANN. — *Auffindung von Quecksilber in der Lüneburgischen Diluvial-Formation;* in-8°. — *Beitrage zur Kentniss der Eisenhohofen-Schlacken, nebst einem geologische Anhange,* in-8°. Gœttingue, 1854. — *Ein Blick auf die aussere Geschichte der Kœniglichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Gœttingen in ihrem ersten Jahrhundert.* In-4°. Gœttingue, 1851.

HÉRON DE VILLEFOSSE. — *Des métaux en France,* in-8°, Paris, 1827. — *Des combustibles minéraux d'après un ouvrage allemand de Karsten,* in-8°, Paris, 1826.

JOLY. — *Quelques mots à propos des Yaks récemment introduits en France. Description de ces animaux; analyse de leur lait.* in-8°, Toulouse, 1854.

JAMESON. — *The Edinburgh new philosophical journal,* T. LVI, in-8°, Paris, 1854.

JOUVIN. — *Maladie de la vigne ; emploi de la fleur de soufre pour combattre ou pour prévenir cette maladie,* in-8°, Rochefort, 1854.

KERMAINGANT. — *Mémoire sur le projet d'un chemin de fer de Lyon à Marseille.* — In-4°, Paris, 1837.

Lausanne. — Société vaudoise des sciences naturelles. — *Bulletin* n° 31, in-8°, 1853. — N° 32, 1854.

Laval. — Société de l'Industrie de la Mayenne. *Bulletins,* T. I. in-8°. Laval, 1853. — T. II, 1re livraison, 1853.

LECOCQ.—*Notice sur des expériences relatives à l'emploi de l'air chaud dans les forges de serrurerie.* In-8°, Paris.

LECONTE. — Voyez *Melsheimer.*

LECOQ (H.). — *Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne,* T. 26, in-8°, Clermont-Ferrand, 1853.

LEFROY. — *Mémoire sur les fourneaux fumivores,* in-8°, Paris, 1853.

LE PLAY. — *Description de l'affinage par cristallisation,* in-8°, Paris, 1837. — *Mémoire sur la fabrication de l'acier en Yorckshire,* in-8°, Paris, 1843.

LIAIS (Emm.). — *De l'emploi de l'air chauffé comme force motrice,* in-8°, Cherbourg, 1854. — *De l'influence de la latitude sur la pression moyenne du baromètre et sur la direction générale du vent à la surface du sol,* in-8°, Paris, 1854.

Lille. — Société impériale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts. — *Mémoires, année 1852,* in-8°, Lille, 1853.

LITTROW (Karl von). — *Bahnnæhen zwischen den periodischen Gestirnen des Sonnensystemes,* in-8°, Vienne, 1854. — *Ueber das allgemeine Niveau der Meere;* in-8° Vienne 1853.

Luxembourg. — Société des sciences naturelles du Grand-

Duché de Luxembourg. — *Mémoires, T. I,* in-8°, Luxembourg, 1853. — *T. II,* in-8°, 1854.

Lyon. — Académie impériale des Sciences, Belles-Lettres et Arts. — *Mémoires.* — *Classe des Sciences ; T. I,* in-8° 1851. — *T. II,* 1852. — *Classe des Lettres ; T. I,* 1851. — *T. II,* 1852.

Lyon. — Société impériale d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles. — *Annales des Sciences physiques et naturelles, d'Agriculture et d'Industrie ; 2e série, T. III,* 1re et 2e parties, 1850-1851.

Lyon. — Société Linnéenne.— *Annales, 1847 à 1849,* 1 vol. in-8°, 1850. — *1850 à 1852,* 1 vol. in-8°, 1852.

Madison. — *Report of the board of trustees of the Wisconsin institution for the education of the blind;* in-8°, Madison, 1853.

Mallet. — *Rapport sur le chemin de fer établi suivant le système atmosphérique de Kingstown à Dalkey, en Irlande, et sur l'application de ce système aux chemins de fer en général;* in-8°, Paris, 1854.

Manès. — *Mémoires géologiques et métallurgiques sur l'Allemagne;* in-8°, Paris, 1828.

Mareska et Donny. — *Recherches sur l'extraction du potassium ;* in-4°, Bruxelles. — *Mémoire sur un appareil de Thilorier modifié, et sur les propriétés de l'acide carbonique liquide et solide ;* in-4°, 1845.

Martius (von). — *Versuch eines Commentars über die Pflanzen in der Werken von Marcgrav und Piso über Brasilien, nebst weiteren Erœrterungen über die Flora dieses Reiches ;* in-4°, Munich, 1853.

Melloni. — *La Thermochrôse ou la coloration calorifique ;* in-8°, Naples, 1850.

Melsheimer. — *Catalogue of the described coleoptera of the United States, revised by Haldeman and Leconte ;* in-8°, Washington, 1853.

Metz. — Académie impériale. — *Mémoires, 2e série, T. I et II,* in-8°, Metz, 1853.

Minard. — *Projet de canal et de chemins de fer pour le transport des pavés de Paris, précédé d'un tableau des progrès de la dépense du pavé de Paris, pendant les deux derniers siècles;* in-4°, Paris, 1826.

Miquel. — *Illustrationes Piperacearum ;* in-4°, Breslau, 1845.

Mons (van). — *Essai sur l'histoire naturelle du Brabant ;* in-4°, Bruxelles, 1848.

Montagne. — *Coup-d'œil rapide sur l'état actuel de la question relative à la maladie de la vigne ;* in-8°, Paris, 1853.

Morin (Arthur). — *Expériences sur le tirage des voitures, faites en 1837 et 1838 ;* in-4°, Metz, 1839. — *Expériences sur les roues hydrauliques à aubes planes et sur les roues hydrauliques à augets ;* in-4°, 1836.

Mutru. — *Rapport sur les mémoires envoyés au concours ouvert par la société de médecine de Nîmes pour 1852;* in-8°, Montpellier, 1854.

Navier. — *Considérations sur les principes de la police du roulage et sur les travaux d'entretien des routes;* in-8°, Paris, 1835.

Ohm. — *Erklærung aller in einaxigen Krystallplatten zwischen geradlinig polarisirtem Lichte wahrnehmbaren Interferenz-Erscheinungen in mathematischer Form mitgetheilt ;* in-4°, Munich, 1852.

Palagi (Aless.) — *Saggio di meteorologia; primo decennio di osservazioni meteorologiche fatte nella specola di Bologna;* in-4°, Bologne, 1850. — *Sulle variazioni elettriche a cui vanno soggetti i corpe allorche si allontanano, o si avoicinano fra di loro;* in-8°, 1853.

Paris. — *Bulletin des sociétés savantes ;* 1re année, nos 1 à 8, in-8°, 1854.

.... *Police du roulage. — Recherches sur les principes qui paraissent devoir former la base d'une nouvelle législation;* in-4°, Paris, 1842.

.... *Rapport contenant l'exposition du système adopté par la commission des Phares pour éclairer les côtes de France;* in-4°, Paris, 1825.

.... *Rail-way reform, ou considérations sur la nécessité de réformer les bases du système qui a créé et qui dirige les chemins de fer de la Grande-Bretagne;* in-8°, Paris, 1843.

.... *Délibération du conseil de la compagnie des canaux en réponse au mémoire publié par M. Polonceau, contre le canal de dérivation de la rivière d'Ourcq;* in-4°, Paris, 1823.

Philadelphie. — Académie des Sciences naturelles. — *Proceedings of the academy of natural sciences of Philadelphia; T. VI, 1853,* in-8°, Philadelphie, 1854.

Petiton. — *Notice sur les aurores boréales;* in-8°, Paris, 1840.

Polonceau. — *Notice sur le nouveau système de ponts en fonte suivi dans la construction du pont du Carrousel;* in-4°, avec atlas in-plano, Paris, 1839.

Plucker. — *Commentatio de crystallorum et gazorum conditione magnetica qualis hodie intelligitur;* in-4°, Bonn, 1854.

Prus. — *Tables relatives au tracé des courbes de raccordement;* in-8°, Angers, 1846.

Quételet. — *Observations des phénomènes périodiques 1852-1853;* in-4°, Bruxelles, 1853. — *Instructions pour l'observation des phénomènes périodiques;* in-4°, 1853. — *Rapport adressé au ministre de l'intérieur sur l'état et les travaux de l'observatoire royal de Belgique, pendant l'année 1852;* in-8°, Bruxelles, 1853.

Regnault. — *Etude des principales lois physiques sur lesquelles est fondé le calcul théorique des machines à vapeur. Relation des expériences entreprises par ordre de M. le ministre des Travaux publics pour déterminer les principales lois physiques et les données numériques qui entrent dans le calcul des machines à vapeur.* — 1re partie, 1 vol. in-4°, avec atlas in-plano, Paris, 1847.

Reinvillier.— *Cours élémentaire d'hygiène ;* in-8°, Paris, 1854. — *Hygiène pratique des femmes;* in-8°, 1854.

Reuter. — *Analyse chimique des principaux calcaires du grand-duché de Luxembourg ;* in-4°, Luxembourg, 1854.

Rives. — *De la propriété du cours et du lit des rivières non-navigables et non-flottables ;* in-8°, Paris, 1854.

Robouam. — *Maladie spéciale de la vigne. Exposé succincte d'études, d'observations et d'expériences sur ses caractères, sa marche, son traitement ;* in-8°, Paris, 1854.

Rome. — *Accademia pontificia dei nuovi Lincei. — Atti, T. V,* 3e, 4e, 5e et 6e livraisons ; in-4°, Rome, 1853-1854.

Rome. — *Corrispondenza scientifica di Roma; T. II,* Janvier à Août 1854, in-4°.

Rouen. — Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts. — *Précis analytique des travaux de l'académie de Rouen, 1851-1852;* in-8°, 1852. — *1852-1853,* in-8°, 1853.

Sauvage. — *Notice sur plusieurs explosions arrivées dans les hauts-fourneaux des Ardennes, et considérations sur les causes qui les ont produites ;* in-8°, Paris, 1836. — *Mémoire sur la substitution dans les hauts-fourneaux du bois en partie carbonisé au charbon préparé en meule dans les forêts ;* in-8°, Paris, 1837. — *Rapport sur l'administration du sequestre des chemins de fer d'Orléans et du centre ;* in-4°, 1848.

Schultz (H.) — *De cyclosi plantarum;* in-4°, Breslau, 1841.

Selys-Longchamps (Edm. de). — *Monographie des Libellulidéesd'Europe;* in-8°, Bruxelles, 1840. — *Revue des Odonates ou Libellules d'Europe;* in-8°, Bruxelles, 1850. — *Etudes de micromammalogie. Revue des Musaraignes, des Rats et des Campagnols, suivie d'un index méthodique des mammifères d'Europe ;* in-8°, Paris, 1839. — *Faune belge, 1re partie. Indication méthodique des mammifères, oiseaux, reptiles et poissons observés jusqu'ici en Belgique;* in-8°, Liège, 1842. — *Récapitulation des hybrides observés dans la famille des Anatidées;* in-8°, Bruxelles, 1845. — *Note sur quelques petits mammifères du midi de la France;* in-8°, 1843. — *Distribution géographique des Campagnols en Europe;* in-8°, 1847. — *Sur le calendrier de Faune en Belgique ;* in-8°, Bruxelles, 1852. — *Essai monographique sur les campagnols des environs de Liège;* in-8°, Liège, 1836. — *Sur les oiseaux américains admis dans la faune européenne;* in-8°, Liège, 1846. — *Enumération des insectes lépidoptères de la Belgique ;* in-8°, Liège, 1844. — *Observations sur les phénomènes périodiques du règne animal et particulièrement sur les migrations des oiseaux en Belgique de 1841 à 1846;* in-4°, Bruxelles, 1848.

Strasbourg. — Société du Museum d'histoire naturelle. — *Mémoires, T. IV,* 2e et 3e livr., in-4°, Paris, 1853.

Stuttgart. — *Wurtembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte ;* 10e année, *T. I et II,* in-8°, Stuttgart, 1853-1854.

Teisserenc. — *Rapport adressé à M. le ministre des travaux publics sur les chemins de fer ;* in-4°, 1843.

Thuret (Gust.) — *Note sur la synonymie des Ulva lac-*

tuca et latissima L., suivie de quelques remarques sur la tribu des Ulvacées; in-8°, Cherbourg, 1854.

Toulouse. — Académie impériale des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres. — *Mémoires, 4e série, T. III,* in-8°, Toulouse, 1853.

TREMERY. — *Recherches sur l'écoulement de la vapeur, faites pour déterminer les dimensions à donner aux orifices des soupapes de sureté des chaudières à vapeur;* in-8°, Paris.

TREVIRANUS. — *Ueber Bau und Entwicklung der Eychen und Saamen der Mistel ;* in-4°, Munich, 1853.

VALLÉE. — *Du Rhône et du lac de Genève, ou des grands travaux à exécuter pour la navigation du Leman à la mer;* in-8°, Paris, 1843.

VATOUT et GOURLIER. — *Rapport sur les opérations du conseil général des bâtiments civils en 1846,* in-8°, Paris, 1848.

VICAT. — *Nouvelles études sur les pouzzolanes artificielles comparées à la pouzzolane d'Italie dans leur emploi en eau douce et en eau de mer.;* in-4°, Paris, 1846. — *Recherches chimiques et pratiques sur les substances calcaires argilifères imparfaitement cuites;* in-4°, Paris, 1840. — *Rapport sur un ouvrage de M. Vicat, intitulé : Recherches expérimentales sur les chaux de construction ;* in-4°, Paris, 1819.

VICAT et GUEYMARD. — *Compte-rendu des expériences faites en 1834, 1835 et 1836, sur les enduits propres à prévenir le développement des tubercules ferrugineux dans les tuyaux de fonte;* in-8°, Paris, 1836.

Vienne. — Académie impériale des Sciences. — *Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.* — *Mathematisch - naturwissenschaftliche Classe, T. X,* livr. 4 et 5, in-8°, 1853. — *T. XI,* livr. 1, 2, 3 et 4, in-8°, 1853.

VOGEL. — *Ueber Lœthrohrgeblæse und die Construction einer neuen Aeolipile;* in-4°, Munich, 1852.

VOLPICELLI. — *Soluzione algebrica della* $x^2 + y^2 = (a^2 + b^2)^k$, *essendo* k *un intero qualunque;* in-4°, Rome, 1853.

VOLTZ. — *Notice sur l'appareil qui sert à chauffer le vent alimentant les hauts-fourneaux de la fonderie royale de Wasseralfingen (Wurtemberg) ;* in-8°, Paris.

WAGNER. — *Beschreibung einer fossilen Schildkrœte und etlicher anderer Reptilien. — Ueberreste aus den lithographischen Schiefern und dem Grünsandsteine von Kelheim;* in-4°, Munich, 1853.

Washington. — *Smithsonian contributions to knowledge;* in-4°, *T. II,* 1851. — *T. III,* 1852. — *T. IV,* 1852. *T. V,* 1853. — *T. VI,* 1854.

Washington. — *Directions for collecting, preserving and transporting specimens of natural history;* 2e éd. 1854. — *Seventh annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution for the year 1852;* in-8°, 1853.

Washington. — *The annular eclipse of may 26, 1854, published under the authority of hon. James C. Dobbin secretary of the Navy, by the Smithsonian Institution;* in-8°, 1854.

WOLF. — *Neue Untersuchungen über die Periode der Sonnenflecken und ihre Bedeutung;* in-8°, Berne, 1852. — *Taschenbuch for Mathematik und Physik;* in-12, Berne, 1852.

Lettre de S. Exc. le Ministre d'Etat et de la Maison de l'Empereur, autorisant la Société des Sciences naturelles de Cherbourg à prendre le titre de Société Impériale.

Ministère de la Maison de l'Empereur.

Paris, le 31 Mars 1854.

Monsieur le Président, je m'empresse de vous informer qu'après avoir pris les ordres de S. M. l'Empereur j'autorise la Société des Sciences naturelles de Cherbourg à prendre le titre de Société Impériale.

Je me félicite, monsieur le Président, d'avoir à vous transmettre ce témoignage de la bienveillante sollicitude de S. M. pour cette institution.

Recevez, monsieur le Président, l'assurance de ma considération distinguée.

Le ministre d'Etat et de la maison de l'Empereur,

ACHILLE FOULD.

A Monsieur le Président de la Société des Sciences naturelles à Cherbourg.

LISTE DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ

ADMIS DEPUIS L'IMPRESSION DU 1er VOLUME.

Membres titulaires.

Section des Sciences médicales.

MM.

Dr DUFOUR, chirurgien en chef de la marine impériale; président du conseil de santé au port de Cherbourg.

Section de Géologie, Minéralogie et Chimie.

BONNISSENT, géologue, aux Perques.

Section de Physique, Météorologie et Astronomie.

DE PEYRONNY, capitaine du génie militaire à Cherbourg.

Membres correspondants.

Section des Sciences médicales et de Zoologie.

MM.

DUFOUR (Léon), membre de l'Institut, à St-Sever.

DUTREUX (A.), secrétaire de la société des sciences naturelles de Luxembourg.

LECONTE (John), secrétaire de l'académie des sciences naturelles de Philadelphie.
LEREBOULLET, professeur à la faculté des sciences de Strasbourg.
MULSANT (E.), entomologiste, à Lyon.
Dr REINVILLIER, à Paris.

Section de Botanique.

MM.

GRAY (Asa), secrétaire de l'académie américaine de Boston.
BOCH-BUSCHMAN, président de la société des sciences naturelles de Luxembourg.
DESMAZIÈRES (H.), à Lille.
FENZL (Ed.), directeur du Jardin-des-Plantes de Vienne.
FUNCK, professeur de botanique, à Luxembourg.
GREVILLE (R. K.), à Edimbourg.
LEBEL, à Valognes.
LEHMANN (J.), directeur du Jardin botanique de Hambourg.
Dr LÉVEILLÉ, à Paris.
NYLANDER (W.), à Paris.
TULASNE (L. R.), membre de l'Institut, à Paris.

Section de Géologie, Minéralogie et Chimie.

MM.

AGASSIZ (L.), à Cambridge (Etats-Unis.)
DE VERNEUIL, membre de l'Institut, à Paris.
HAUSMANN, secrétaire de l'académie des sciences de Gœttingue.
MORIS, professeur de géologie, à Luxembourg.
REUTER, professeur de chimie, à Luxembourg.
SCHŒNBEIN, président de la société des sciences naturelles de Bâle.

Section de Physique, Astronomie et Météorologie.

MM.

BABINET, membre de l'Institut, à Paris.
CHACORNAC, astronome à l'observatoire de Paris.
DE LA RIVE, à Genève.
D'HOMBRE-FIRMAS, membre de l'Institut, à Alais.
GROVE, à Londres.
VALZ, directeur de l'observatoire de Marseille.
VINCENT, membre de l'Institut, à Paris.

MEMBRES DU BUREAU

Pendant l'année 1854.

	MM.
Présidents (1)	GUST. THURET. / AUG. LE JOLIS.
Directeur.....	Vte TH. DU MONCEL.
Vice-Président.....	Dr PAYERNE.
Secrétaire-perpétuel.....	EMM. LIAIS.
Archiviste-perpétuel.....	AUG. LE JOLIS.
Trésorier.....	J. LESDOS.

(1) M. Gust. Thuret ayant quitté Cherbourg au mois de juillet, pour une absence de plusieurs mois, M. A. Le Jolis a été nommé président pour la fin de l'année.

TABLE ANALYTIQUE

DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

Astronomie.

Sur une méthode propre à déterminer le mouvement absolu de translation du soleil, proposée par M. Fleury. Observations de M. Lambert, réponse de MM. Fleury et Emm. Liais. 108
Sur la mesure de très petites fractions de temps, par M. Emm. Liais. 109
Moyen de s'affranchir des erreurs de graduation des cercles, par M. Emm. Liais. 194
Sur un nouveau chronographe, par M. Emm. Liais. 379
Sur une éclipse de soleil observée à Taï-o-haé (Marquises) le 30 novembre 1853, par M. Jardin. 389

Botanique.

Essai d'une nouvelle classification des Lichens, par M. le Dr W. Nylander. 5—198
Note sur la synonymie des Ulva lactuca et latissima L., suivie de quelques remarques sur la tribu des Ulvacées, par M. Gust. Thuret. 17—197

Note sur le genre Spirulina, par MM. Crouan frères. 38—197
Herborisations dans l'arrondissement de Cherbourg, par M. Bertrand-Lachênée.
97—102—111—202—207—301—378—387—390
Du bourgeon dans le genre Lythrum, par M. le Dr Lebel. 179—302
Sur quelques espèces du genre Ectocarpus, par M. A. Le Jolis. 206
Note sur quelques Diatomées marines, rares ou peu connues, du littoral de Cherbourg, par M. A. de Brébisson. 241—387
Etudes sur les Lichens de l'Algérie, par M. W. Nylander. 305—387
Description d'algues nouvelles découvertes aux environs de Cherbourg, par M. Gust. Thuret. 387
Liste de quelques Glumacées nouvelles des côtes occidentales d'Afrique, par M. A. Le Jolis. 392

Chimie.

Coloration du papier en violet par le contact avec diverses espèces d'algues. M. Le Jolis appelle l'attention de la section de chimie sur ce phénomène. Explication de M. Besnou, 296
Essai du mercure et exemple de dimorphisme du bi-oxyde et du bi-iodure, par M. Besnou. 386
Voir Toxicologie.

Chimie appliquée.

Remarques sur l'essai des quinquinas Calisaya jaune pour évaluer leur valeur en quinine, par M. Besnou. 44—207
Sur l'essai des vinaigres, par M. Besnou. 188—204

Nouveau procédé pour reconnaître les faux en écriture, par M. Besnou. 203

Chirurgie.

Quelques remarques pratiques sur la pathologie et la thérapeutique chirurgicale des tumeurs en général, par M. le Dr Dufour. 353—387

Economie rurale.

Maladie de la vigne ; observations faites pendant les années 1851, 1852 et 1854 en France, en Suisse, dans les Etats sardes, en Lombardie et en Allemagne, par M. A. Chatin. 33—204

Electricité.

Sur l'établissement des communications entre un courant électrique et le sol, par M. Th. du Moncel. 102
Sur une disposition nouvelle des batteries de Bunsen, par M. Th. du Moncel. 103
Méthode pour déterminer la vitesse de transmission du rayonnement électrique, par M. L. Fleury. 197
Attraction produite sur l'eau par l'étincelle électrique à distance, par M. Th. du Moncel. 199
Sur les réactions des courants d'induction à travers des lames isolantes, par M. Th. du Moncel. 207
Sur la vitesse de transmission des courants électriques, par M. Th. du Moncel. 299
Modification à la pile de Bunsen, par M. Th. du Moncel. 300
Sur les vibrations observées dans les poteaux des télégraphes électriques, par M. Fleury. 382
Nouveau condensateur de l'électricité, par M. Fleury. 391

Entomologie.

Explorations entomologiques dans l'arrondissement de Cherbourg, par M. Bertrand-Lachênée. 97—111—296

Géodésie.

Moyen de s'affranchir des erreurs de graduation des cercles, par M. Emm. Liais. 194

Géologie.

Sur divers minéraux existant dans les granites de la côte de l'est de Cherbourg, par M. J. Lesdos. 98
Exploration géologique à Martinvast, disposition du sol de la montagne de Le Hurc, par M. J. Lesdos. 111
Note sur quelques roches siluriennes du nord du département de la Manche, par M. J. Lesdos. 373

Magnétisme.

Explication dans la théorie d'Ampère de divers phénomènes nouveaux du magnétisme, et modifications à faire à cette théorie pour qu'elle explique le diamagnétisme, par M. Emm. Liais. 201

Mécanique appliquée.

Appareils de sauvetage, par M. E. Tremblay. 93
Sur les moteurs à air, par M. Emm. Liais. 97

Médecine légale.

Voir Chimie appliquée *et* Toxicologie.

Météorologie.

Théorie des éclairs, par M. Th. du Moncel. 49—207
Baromètre électrique à maxima et à minima, par M. Emm. Liais. 98

Thermomètres électriques à mercure à maxima et à minima donnant l'heure des limites extrêmes, par M. Emm. Liais. 101
Psychromètre électrique à maxima et à minima, par M. Emm. Liais. 101
Anémoscopes électriques, par M. Th. du Moncel. 103
Sur les aurores boréales, par M. Emm. Liais. 105
Sur les aurores boréales, rapport sur un mémoire de M. Petiton, par M. Emm. Liais. 204
Sur la cause des zigzags des éclairs, par M. Th. du Moncel. 381
Méthode nouvelle pour déterminer la hauteur des nuages, par M. Emm. Liais. 377
Sur la détermination de la température de l'air, par M. Emm. Liais. 390

Minéralogie.

Examen d'un nouveau minerai de mercure (sublimé corrosif natif), par M. Besnou. 41—207
Sur divers minéraux existant dans les granites de la côte de l'est de Cherbourg, par M. J. Lesdos. 98
Sur quelques minéraux trouvés à Cherbourg, par M. J. Lesdos. 379
Voir Géologie.

Optique.

Sur une méthode optique propre à déterminer le mouvement absolu de translation du soleil, proposée par M. Fleury. Observations de M. Lambert, réponse de MM. Fleury et Emm. Liais. 108

Ornithologie.

Catalogue des oiseaux observés dans l'arrondissement de Valognes, par M. A. Benoist. 231—303

Physique.

Sur la mesure de très petites fractions de temps, par M. Emm. Liais. 109
Sur un nouveau chronographe, par M. Emm. Liais. 379
Solubilité de l'air dans l'eau de mer, par M. Payerne. 345—392

Voyez Electricité, Magnétisme, Météorologie, Optique.

Physique appliquée.

Sur les moteurs à air, par M. Emm. Liais. 97
Sur l'explosion des mines à distance au moyen de l'électricité, par M. Th. du Moncel. 104—196—383—384
De l'emploi de l'air chauffé comme force motrice, par M. Emm. Liais. 113—204
Electro-moteur sans renversement des pôles, agissant par attraction et répulsion, par M. Th. du Moncel. 197
Mise en mouvement par l'électricité des disques à signaux sur les chemins de fer, par M. du Moncel. 199
Emploi de l'électricité pour la répétition des heures, par M. Th. du Moncel. 200
Nouveau moniteur électrique pour les chemins de fer, par M. Th. du Moncel. 208
Dispositions diverses des électro-aimants, usitées dans les applications de l'électricité, par M. Th. du Moncel. 259—389
Sur l'horlogerie électrique, par M. Emm. Liais. 294
Substitution de la pile de Daniell à la pile de Bunsen dans les appareils électro-médicaux, par M. Th. du Moncel. 299
Sur les dérivations du courant pour la télégraphie électrique, par M. Th. du Moncel. 300

Appareil électrique à signaux pour les chemins de fer, par M. Th. du Moncel. 303
Distributeurs électro-chronométriques pour la galvanoplastie, par M. Th. du Moncel. 380
Sur les serrures électriques, par M. Th. du Moncel. 389

Physique terrestre

Sur les ras-de-marée, par M. Emm. Liais. 301

Statistique.

Rapport sur un mémoire du chevalier Del Giudice, relatif à l'institution des pompiers, par M. de Montrond. 199

Toxicologie.

Constatation des empoisonnements par la strychnine, par M. Besnou. 202
De l'action des pâtes phosphoriques sur l'organisme et recherches pour arriver à constater l'intoxication, par M. Besnou. 209—302

TABLE.

Essai d'une nouvelle classification des Lichens, par M. le Dr W. Nylander. 5
Note sur la synonymie des Ulva lactuca et latissima L., suivie de quelques remarques sur la tribu des Ulvacées, par M. Gust. Thuret. 17
Maladie de la vigne. Observations faites pendant les années 1851 à 1853, en France, en Suisse, dans les Etats sardes, en Lombardie et en Allemagne, par M. Ad. Chatin. 33
Note sur le genre Spirulina, par MM. Crouan frères. 38
Examen d'un nouveau minerai de mercure (sublimé corrosif natif), par M. Besnou. 41
Remarques sur l'essai des quinquinas Calisaya jaune pour évaluer leur valeur en quinine, par M. Besnou. 44
Théorie des éclairs, par M. Th. du Moncel. 49
Analyse des travaux de la société, rédigée par le secrétaire perpétuel. 95
De l'emploi de l'air chauffé comme force motrice (avec une planche lithographiée), par M. Emm. Liais. 113
Du bourgeon dans le genre Lythrum, par M. le Dr Lebel. 179
Essai des vinaigres, par M. Besnou. 188
Analyse des travaux de la société, rédigée par le secrétaire perpétuel 194
De l'action des pâtes phosphoriques sur l'organisme, et recherches pour arriver à constater l'intoxication, par M. Besnou. 209

Catalogue des oiseaux observés dans l'arrondissement de Valognes, par M. A. Benoist. 231
Note sur quelques Diatomées marines, rares ou peu connues, du littoral de Cherbourg (avec une planche gravée), par M. Alph. de Brébisson. 241
Dispositions diverses des électro-aimants usitées dans les applications de l'électricité (avec une planche lithographiée), par M. Th. du Moncel. 259
Analyse des travaux de la société, rédigée par le secrétaire perpétuel. 294
Etudes sur les Lichens de l'Algérie, par M. le Dr W. Nylander. 305
De la solubilité de l'air dans l'eau de mer, par M. le Dr Payerne. 345
Quelques remarques pratiques sur la pathologie et la thérapeutique chirurgicale des tumeurs en général, par M. le Dr Dufour. 353
Note sur quelques roches siluriennes du nord du département de la Manche, par M. J. Lesdos. 373
Analyse des travaux de la société, rédigée par le secrétaire perpétuel. 377
Bulletin bibliographique. — Ouvrages reçus par la société. 393
Lettre de S. Exc. le Ministre d'Etat et de la Maison de l'Empereur, autorisant la société à prendre le titre de Société Impériale. 408
Membres admis depuis l'impression du 1er volume. 409
Membres du bureau pour l'année 1854. 411
Table analytique des matières. 412
Table. 419