



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

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

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

### **Usage guidelines**

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

We also ask that you:

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

### **About Google Book Search**

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



## A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

## Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

## À propos du service Google Recherche de Livres

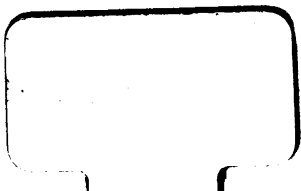
En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>



GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY  
*of the Harvard College Library*

This book is  
**FRAGILE**  
and circulates only with permission.  
Please handle with care  
and consult a staff member  
before photocopying.

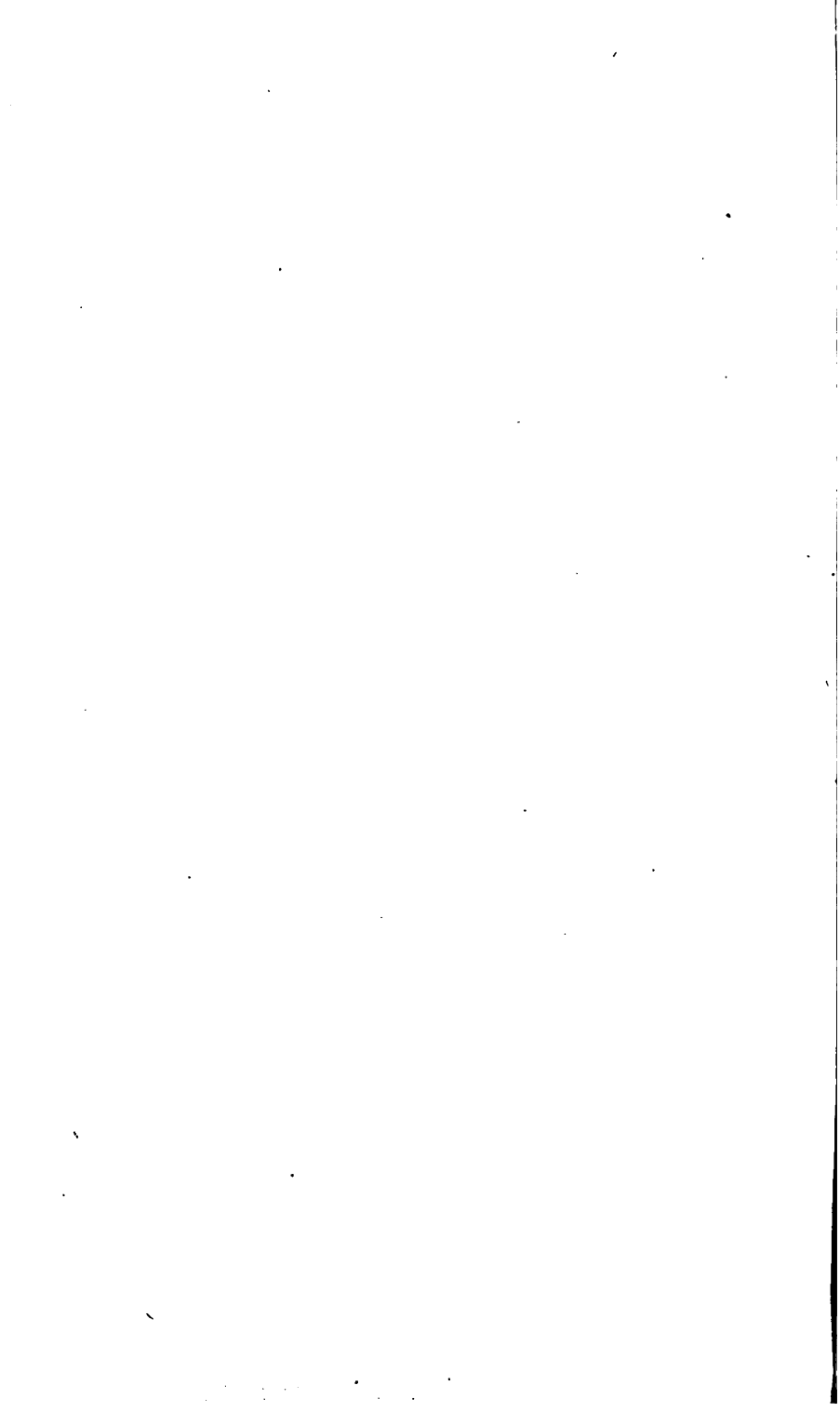
Thanks for your help in preserving  
Harvard's library collections.













486837

# DESCRIPTION

280. -

DE

L'AÉROSTATIQUE

L'ACADÉMIE DE DIJON,

*CONTENANT le détail des procédés, la  
théorie des opérations, les dessins des  
machines & les procès-verbaux d'expé-  
riences.*

LE tout extrait du compte rendu à cette  
Société par MM. de Morveau, Chauffier  
& Bertrand.

*Suivi d'un essai sur l'application de la découverte  
de MM. de Montgolfier, à l'extraction des eaux  
des mines.*



A DIJON,

Chez CAUSSE, Imprimeur du Parlement, de la Ville;  
& de l'Académie des Sciences, place St. Etienne,

*Et se trouve à Paris.*

Chez THEOPHILE BARROIS, Quai des Augustins;

---

M. D C C. L X X X I V.

AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROI



File 5507.84.5

DeGrand Fund

*L'impression de ce volume ayant retardé celle du Cahier Sémestre de l'Académie pour la partie des Sciences & Arts, il ne paraîtra que sur la fin de Juillet, au lieu du 15 de ce mois.*

220-44  
1



# T A B L E.

**C** O M P T E rendu à l'Académie, &c. pag. 3.

<b>PREMIERE PARTIE. De la nature des enveloppes ; &amp; du degré de perfection dont elles sont suscep- tibles ,</b>	5.
<b>Motifs qui ont engagé les Commissaires à employer le gas inflammable ,</b>	6.
<b>Des globes de métal ,</b>	10.
<b>Maniere de remplir de gas un Ballon non flexible ,</b>	12.
<b>Expériences à ce sujet ,</b>	15.
<b>§. Des enveloppes de taffetas verni ,</b>	18.
<b>Composition du vernis ,</b>	21.
<b>Du choix des étoffes ,</b>	22.
<b>Précautions à prendre dans le travail de l'enveloppe ,</b>	24.
<b>Epreuves que l'on lui a fait subir ,</b>	27.
<b>De la chaleur qu'acquiert l'air qui y est renfermé ,</b>	31.
<b>§. De l'action que les gas exercent sur ces enve- loppes , &amp;c.</b>	32.
<b>Altération du gas inflammable ,</b>	36.
<b>Altération de l'air commun ,</b>	37.
<b>Conclusion de cette partie ,</b>	38.
<b>Projet d'un globe de carton ,</b>	40.
<b>Effet de l'humidité sur le gas ,</b>	42.
<b>Expériences sur le carton ,</b>	43.
<b>SECONDE PARTIE. Du gas inflammable ,</b>	4

<i>De la manière de peser les gas ,</i>	pag. 47.
<i>Observation sur le poids du gas inflammable ,</i>	52.
<i>Poids de l'air commun ,</i>	53.
<i>Du gas retiré du zinc ,</i>	ibid.
<i>Cause des variations ,</i>	55.
<i>Du gas retiré du fer ,</i>	57.
<i>Question sur l'identité du gas inflammable ,</i>	&c. 58.
<i>Du gas obtenu sans acide ,</i>	61.
<i>Du gas retiré de la racine du solanum ,</i>	63.
<i>Affinité du gas avec les huiles ,</i>	65.
<i>Du gas purifié en passant dans un canon de fusil ,</i>	&c. 67.
<i>L'air nuisible est cause de la pesanteur de ces sortes de gas ,</i>	69.
<i>Gas inflammable retiré du maïs ,</i>	70.
<i>du bled ,</i>	71.
<i>du charbon de terre ,</i>	72.
<i>de la gomme arabique ,</i>	ibid.
<i>du sucre brut ,</i>	ibid.
<i>du tartre ,</i>	73.
<i>de l'huile ,</i>	74.
<i>de la corne ,</i>	76.
<i>du bois ,</i>	ibid.
<i>des marrons d'inde ,</i>	ibid.
<i>des charbons par le nitre ,</i>	77.
<i>du suif ,</i>	79.
<i>Conclusion de cette partie ,</i>	80.
<i>Instruction sur la manière de dégager le gas du solanum.</i>	84.
<i>Instruction sur les diverses manières de dégager le gas du fer par l'acide vitriolique ,</i>	93.
<i>Appareil au bain de sable ,</i>	94.

<i>Appareil sans feu,</i>	pag. 100.
<i>Instruction sur la maniere de dégager le gas du zinc par l'acide vitriolique,</i>	103.

**TROISIEME PARTIE. Des moyens de diriger,**  
&c.

<i>Est-il possible de diriger les Aérostats?</i>	107.
<i>Impossibilité de dériver comme sur mer,</i>	111.
<i>Observations sur l'état de l'atmosphère à différentes hauteurs,</i>	123.
<i>Les vents ne regneroient-ils que dans les couches inférieures?</i>	115.
<i>Quels sont les moyens par lesquels on peut espérer de diriger?</i>	119.
<i>De la forme sphérique des Ballons,</i>	120.
<i>Maniere de la corriger,</i>	122.
<i>Le recul de la fusée, l'éolipile, &amp;c. sont des forces mécaniques,</i>	124.
<i>Les Ballons sont déjà trop forts de voiles,</i>	125.
<i>On peut se diriger dans un seul fluide,</i>	127.
<i>Peut-on prendre point d'appui sur un fluide qui se meut dans un sens différent?</i>	129.
<i>De la forme la plus avantageuse des rames,</i>	130.
<i>Expériences sur la force de ces leviers,</i>	131.
<i>De leur application pour descendre sans perdre du gas,</i>	134.
<i>De la position oblique du gouvernail,</i>	136.
<i>Conclusion,</i>	137.

**QUATRIEME PARTIE. Description de l'Aérostat;**  
*expériences & observations,*

	141.
<i>Dimensions, capacité &amp; poids du Ballon,</i>	ibid.
<i>De la soupape supérieure,</i>	142.

<i>De la soupape d'assurance ,</i>	pag. 144.
<i>Du filet ,</i>	146.
<i>Du cercle équatorial ,</i>	147.
<i>De l'avant ,</i>	150.
<i>Moyen de concilier la légèreté &amp; la solidité par l'application des forces opposées des bois courbés &amp; des cordes tendues ,</i>	ibid.
<i>Suite de la description de l'avant ,</i>	153.
<i>Du gouvernail ,</i>	154.
<i>Des rames de l'équateur ,</i>	158.
<i>De la gondole ou nacelle ,</i>	159.
<i>De la manière de la suspendre ,</i>	160.
<i>Des rames de la gondole ,</i>	161.
<i>Du grappin ,</i>	166.
<i>§. Journal des opérations &amp; essais ,</i>	167.
<i>Gas inflammable du solanum ,</i>	168.
<i>Acide méphitique trouvé dans le Ballon ,</i>	170.
<i>Essai du gouvernail ,</i>	171.
<i>Quantité d'acide vitriolique employée ,</i>	174.
<i>Force d'ascension du Ballon ,</i>	175.
<i>Autre évaluation du poids de l'air commun ,</i>	176.
<i>Du poids des cordes ,</i>	ibid.
<b>PROCÈS-VERBAL de la première expérience ,</b>	179.
<b>SECONDE EXPÉRIENCE ,</b>	189.
<i>Changemens &amp; additions ,</i>	190.
<i>Description du conducteur ,</i>	191.
<i>De l'électromètre ,</i>	192.
<i>Du pavillon ,</i>	ibid.
<i>Observation sur l'élévation d'un Ballon plein d'air commun ,</i>	193.

PROCÈS-VERBAL de la seconde expérience, pag. 197.

Explication des lettres de renvoi de la carte de route, 218.

ESSAI sur la maniere d'appliquer cette découverte à l'extraction des eaux, &c. 219.

Fin de la Table.

*Note à ajouter à la page 198.*

Je viens de recevoir une lettre de M. de Sauffure, dans laquelle il m'avertit que c'est le 70°. degré, & non le 50°, de l'échelle de son hygrometre, qu'il regarde comme le terme moyen de l'humidité dans nos climats; parce que ce terme doit être calculé, non d'après les extrêmes possibles, mais d'après les extrêmes observés, & qu'il n'a jamais vu cet instrument marquer une sécheresse plus grande que d'environ 40 degrés, à moins qu'il n'eût employé des moyens extraordinaires, comme des sels absorbans, ou une chaleur supérieure à celle du soleil dans la zone tempérée.

Ainsi nous sommes partis à 13 degrés  $\frac{1}{2}$  d'humidité au dessus du terme moyen, & nous avons éprouvé à la plus grande hauteur (pag. 204) une sécheresse de 4 degrés  $\frac{1}{2}$  au dessous de ce terme, ce qui fait une variation de 18 degrés.

---

## A P P R O B A T I O N .

**N**OUS soussignés Commissaires nommés par l'Académie des Sciences, Arts & Belles-Lettres de Dijon, en exécution des ordres de Monseigneur le Garde des Sceaux, avons examiné un manuscrit ayant pour titre : *Description de l'Aérostate L'ACADÉMIE DE DIJON, &c.* avec les *procès-verbaux des expériences des 27 Avril & 12 Juin 1784*, suivie d'un *essai sur la manière d'appliquer cette découverte à l'extraction des eaux, &c.*; & nous n'y avons rien trouvé qui nous ait paru devoir en empêcher l'impression. A Dijon, ce 15 Juin 1784.  
*Signé, LEMULIER DE BRESSEY, GROSSART DE VIRLY.*

*Le privilege se trouve à la fin des nouveaux Mémoires de l'Académie de Dijon, second Semestre 1782.*

---

## E R R A T A .

Pag. 4, lign. 3, que nous avons, *lisez*, que nous avons eu.

Pag. 15, lign. 15, globe, *lisez*, globe.

Pag. 85, lign. 19, tourtes de fer, *lisez*, tourtes de terre.

Pag. 121, lign. 27, globe; *lisez*, globe.





**DESCRIPTION**  
**DE L'ÆROSTATE**

*L'Académie de Dijon,*

*CONTENANT le détail des procédés  
la théorie des opérations, les dessins  
des machines, & les procès-verbaux  
d'expériences.*

**LE tout extrait du compte rendu à cette  
Société par MM. de Morveau, Chauffier  
& Bertrand, Commissaires, le 29 avril  
1784.**

---

**O**N avoit paru étonné de ce que dans  
une ville où les sciences étoient cultivées  
avec ardeur, personne n'eût encore entrepris  
de répéter la magnifique expérience de MM.

de Montgolfier, tandis que l'Europe entière en étoit occupée, & que les papiers publics étoient remplis des récits de ses succès dans les différentes villes du royaume. L'Académie des sciences, arts & belles-lettres de Dijon, arrêta, dans sa séance du 4 décembre 1783, de faire cesser ce reproche que l'on paroïssoit lui adresser, en proposant une souscription pour fournir aux dépenses de cette entreprise; elle annonça en même temps qu'elle ne s'en occuperoit qu'autant que l'expérience seroit digne de son objet par le volume du globe, & par quelques tentatives pour assurer & étendre le fruit de cette précieuse découverte. MM. de Morveau, Chauffier & Bertrand furent chargés de diriger la construction du Ballon, & toutes les opérations nécessaires pour rendre l'expérience complète.

La rapidité avec laquelle les cent premières souscriptions furent remplies, décida cette société à annoncer, dans sa séance publique du 21 du même mois, qu'elle alloit faire travailler tout de suite à la construction d'un Ballon rempli de gas inflammable, suffisant pour porter une gondole, dans laquelle monteroient deux personnes pour essayer d'en diriger la marche.

Dans les précédentes séances, & particulièrement dans la séance du 11, MM. les

Commissaires avoient communiqué à l'Académie les procédés qu'ils croyoient devoir préférer, & les dessins des machines qu'ils se propofoient d'employer : ils n'ont cessé depuis ; & pendant toute la durée du travail, de lui faire part des résultats de leurs essais & de leurs observations ; mais comme ils ont eux-mêmes réuni tous ces objets, avec tous les détails qu'ils exigent, dans le compte qu'ils ont rendu à l'Académie, la publication de ce rapport fera suffisamment connoître leur travail ; on y trouvera en même temps le récit des événemens qui ont successivement retardé cette expérience.

*C O M P T E rendu à l'Académie des Sciences, Arts & Belles-Lettres de Dijon, le 29 avril 1784, par MM. de Morveau, Chaussier & Bertrand.*

MESSIEURS,

Depuis le jour où vous nous avez nommé Commissaires, MM. Chaussier, Bertrand & moi, pour réaliser sous les yeux de nos compatriotes, la belle découverte de MM. de Montgolfier, nous n'avons cessé de nous occuper de cette grande expérience ; l'émulation de concourir pour quelque chose à la perfection, à l'utile application de ce nouvel

art qui promet à l'homme l'empire d'un autre élément, nous a soutenus dans la carrière pénible que nous avons à parcourir. Il est temps de vous rendre compte de nos travaux. Pour le faire avec ordre, nous diviserons ce rapport en quatre parties.

La *première* aura pour objet l'enveloppe ou la matière du Ballon, à quel degré de perfection on peut espérer de la porter, & les moyens d'y arriver.

La *seconde* traitera des gas destinés à remplir les Ballons, de leurs diverses qualités, des procédés pour les obtenir, & de leurs avantages comparés par rapport à la légèreté & à l'économie.

La *troisième*, des moyens de diriger les machines aérostatiques, de l'effet que nous avons obtenu de ceux que nous avons employés, & des précautions nécessaires pour en assurer le jeu.

La *quatrième* contiendra la description complète de notre Aérostate, les procédés de construction, les résultats de nos essais, & un extrait du journal de nos opérations.

Nous ne ferons que vous redire, MM., ce dont vous avez été vous-mêmes témoins en vous parlant des accidens qui ont si souvent gêné notre marche, trompé nos espérances, ou du moins retardé notre expérience, qui

nous ont ainsi laissé, près de trois mois entiers, exposés à des jugemens.... mais un seul jour a changé en roses toutes ces épines. Nous croyons rêver, quand nous nous rappelons l'accueil attendrissant que nous avons reçu de nos compatriotes à notre retour, les démonstrations d'alégresse, comme dans les grands événemens de la félicité publique, les honneurs même qu'ils nous ont prodigués. Nous ne faisons effort pour nous en persuader la réalité, que parce que cette opinion doit être à jamais la mesure de notre sensibilité & de notre reconnoissance. Nous ne parlerons donc de ces accidens que lorsque l'occasion se présentera d'indiquer la maniere de les éviter. On ne peut juger la force d'une machine qu'en faisant état de tous les frottemens qui en diminuent la puissance; & pour entrer dans vos vues, nous voulons faire servir nos fautes même, à l'instruction de ceux qui se chargeront après nous de la même tâche.

## P R E M I E R E P A R T I E.

*De la nature des enveloppes & du degré de perfection dont elles sont susceptibles.*

Il ne sera principalement question ici que des enveloppes de la nature de celles qui sont destinées à recevoir le gas inflammable, nous

exposerons les raisons qui nous ont déterminé à préférer ce gas ; mais auparavant nous croyons devoir avertir que nous n'avons jamais entendu décider, par cette préférence, une question que la premiere Académie des sciences a laissé subsister, en adoptant à ce sujet l'avis de ses Commissaires (1). Nous ajouterons même que quand cette préférence seroit définitivement jugée, cela n'ôteroit rien à la gloire de MM. de Montgolfier, qui, connoissant les diverses manieres de réaliser leur invention, auroient tourné leurs vues vers celle qui leur paroïssoit plus facile & moins dispendieuse, qui devoit par conséquent précéder dans l'ordre des choses.

Il n'est pas possible sans doute de juger aujourd'hui toutes les applications que l'on fera dans la suite des temps, de cette belle découverte. Tous les Physiciens la regardent déjà comme devant leur fournir un instrument très - précieux pour vérifier un grand nombre de faits sur lesquels ils ne pouvoient avoir que des hypothèses. Il est certain encore qu'elle offre à la mécanique un moteur jusqu'alors inconnu, & qui pourra devenir très-utile, ainsi que j'ai essayé de le faire voir

---

(1) Rapport fait à l'Académie des sciences le 23 décembre 1783, sur la machine aérostat. pag. 23.

dans un mémoire présenté à l'Académie le 18 nov<sup>e</sup>. 1783, sur les moyens d'employer l'air dilaté des machines Montgolfier, à l'épuisement des eaux des mines (1). Mais il n'est pas moins vrai de dire que de tous les avantages qu'elle promet, le plus grand, celui qui flatte le plus l'imagination, celui qui en ce moment occupe le plus tous les esprits, est entièrement subordonné à la possibilité de diriger en l'air ces machines, & de s'en servir, comme on se sert sur mer des vaisseaux, pour franchir l'espace & se porter à des points donnés.

Cela posé, il faut convenir d'un autre principe qui est, que le plus grand obstacle que l'on éprouve dans ce projet, tient au volume de ces machines. Si l'on n'avoit qu'à diriger une nacelle, une gondole, ou autre petit bâtiment propre à contenir deux ou trois hommes seulement, il est certain que le problème de la direction seroit déjà résolu complètement. Deux rames telles que celles que nous avons fait appliquer à notre gondole, suffiroient pour la gouverner, non-seulement dans

---

(1) L'Académie a approuvé que ce mémoire fût imprimé à la suite de ce rapport.

le calme, mais même contre le vent, à moins qu'il ne fût très-violent, parce que la résistance de la surface de la proue de cette petite barque, ne seroit presque rien en comparaison de la surface que nous avons donnée à ces rames, & que cette puissance ou son effet utile seroit encore augmenté, & par la forme creuse de ces rames, & par la faculté de leur imprimer une certaine vitesse; de sorte qu'il n'y auroit de véritable obstacle qu'un vent *de bout*, c'est-à-dire, directement opposé à la proue, dont la vitesse surpasseiroit le produit des surfaces des rames, par toute la vitesse que la main pourroit leur imprimer, & ce cas seroit très-rare.

Mais la gondole étant portée par le Ballon, elle ne peut se mouvoir qu'avec lui, & il présente à l'air une si grande surface, l'impulsion qu'il reçoit en conséquence de la plus petite agitation naturelle, est si considérable, qu'on ne peut avoir l'idée d'une amplitude de rames, capable de lui faire équilibre.

Delà il résulte que plus les Ballons seront volumineux, plus cet obstacle sera grand, plus il y aura de difficulté de le vaincre. Or, les volumes des Ballons devant être d'autant plus grands que le fluide qui les remplit s'éloigne moins de la pesanteur de l'air commun dé-



placé, il est de la dernière évidence que les Ballons remplis d'air dilaté par la chaleur, devront avoir un volume capable de déplacer plus que le double, pour produire la même légèreté spécifique (1) que les Ballons remplis de gas inflammable; l'obstacle à la direction sera donc aussi plus que double.

Nous ne nous dissimulons pas que la préférence ne sera jamais décidée que par le parallèle des avantages combinés des deux méthodes, & que la facilité de se procurer à peu de frais, en peu de tems, en tous lieux, le fluide dilaté de MM. de Montgolfier, & même l'économie sur les matieres de l'enveloppe, mettront toujours un grand poids dans la balance; mais l'air dilaté ne conservera ces avantages, qu'autant que l'on ne trouvera point d'enveloppe capable de retenir le gas inflammable, sans le laisser échapper, & qui une fois faite, soit assez solide pour durer long-temps; car alors, on sent que la dépense première de cette enveloppe, à quoi qu'elle puisse mon-

---

(1) On verra que l'on peut déjà obtenir des végétaux un gas inflammable, qui seroit à l'air commun : 1 : 3, 9; & l'air dilaté fut estimé par MM. les Commissaires de l'Académie royale des sciences, lors de l'expérience du 17 octobre, à peu près aux  $\frac{1}{3}$  du poids de l'air commun. *Rapport*, &c. pag. 22.

ter , ne fera plus rien en comparaifon de la dépenfe répétée pour l'entretien de l'air dilaté , fans compter l'embarras des enveloppes propres à ce fluide , la charge habituelle des matieres pour y alimenter le feu , & le danger toujours instant , ou de le voir éteindre fubitement , ou de le voir confumer toute la machine. Or, il ne nous paroît pas , à beaucoup près, impoffible de trouver par la fuite une matiere d'enveloppe pour le gas inflammable , qui rempliffe ces conditions.

Il a déjà été queftion de faire des globes de feuilles minces de métal pour parer aux dangers du feu , en employant l'air dilaté ; un coup d'œil fur l'étendue qu'un pareil globe devoit avoir pour couvrir par fon volume le poids toujours croiffant en proportion de la matiere de fon enveloppe , paroît fuffire pour en démontrer l'impoiffibilité , & cela tient au peu de légéreté refpective du fluide qui doit le remplir.

Suppofons que des feuilles de laiton laminées à  $\frac{1}{8}$  de ligne , présentent affez de folidité , un pied quarré de ces feuilles pefe communément de 66 à 67 gros , ce qui donne pour un globe de 50 pieds de diametre feulemment , un poids total de près de 4000 livres , fans compter les recouvremens , les foudures & les renforcemens indifpenfables. Or, un globe

de ce diamètre déplaçant environ 5600 livres d'air commun, il s'en faudroit 1200 livres qu'il ne pût se soutenir seul en l'air, étant plein d'air actuellement dilaté, même en admettant que l'on pût y entretenir une dilatation capable de diminuer de moitié l'air atmosphérique; & un pareil globe rempli de gas inflammable, qui fût seulement dans le rapport de pesanteur avec l'air commun : : 1 : 6, jouiroit déjà d'une légèreté respective de 667 livres.

Il n'y a donc pas de doute que si l'on se détermine à faire la dépense d'une enveloppe métallique (ce qui n'arrivera que quand le problème de la direction résolu en assurera l'utilité constante), on donnera encore bien plus sûrement la préférence au gas inflammable, comme n'exigeant qu'un volume moitié moins considérable, se prêtant en conséquence plus facilement aux mouvemens qu'il faudra donner à la machine, & parce que le Ballon une fois rempli ne perdra plus, & sera toujours prêt à partir. Dans ce cas, le gas le plus léger deviendra évidemment le moins dispendieux, parce qu'il n'entrera plus que dans la dépense première, & que le prix en sera compensé & au delà par la diminution proportionnelle du volume du globe. On emploiera donc alors le gas tiré du zinc, qui, comme

nous le dirons ailleurs, peut être estimé moyennement dans le rapport de pesanteur avec l'air commun : : 1 : 12, & le globe de cinquante pieds aura une force d'ascension de 1133 livres.

Nous prévoyons que l'on pourra faire à ce sujet deux objections. La première, fondée sur ce qu'un globe métallique n'étant pas susceptible de changer de dimensions, en le supposant plein de gas inflammable, on n'auroit plus la même facilité de le vuider en partie pour descendre à volonté. On pourroit répondre que rien n'empêcheroit de placer également à la partie supérieure une soupape, dont le cordon seroit dans la main du voyageur, & qui, au moyen d'une autre soupape inférieure, établiroit un courant d'air qui auroit bientôt déplacé assez de gas pour déterminer la descente. Mais la vraie réponse à cette objection est que toute descente par la déperdition du gas est un vice, qui ne subsistera que jusqu'à ce que le temps ait perfectionné ce nouvel art; & nous espérons faire voir, dans la troisième partie, que cette manœuvre peut & doit tenir essentiellement aux moyens de direction.

La seconde difficulté seroit de savoir comment on parviendroit à remplir de gas inflammable, un globe dont il ne seroit pas possible

d'exprimer l'air commun. On fera tenté de répondre pour nous , que l'on peut en venir à bout par des moyens mécaniques, en revêtissant le globe d'une charpente solide , le remplissant d'eau par une ouverture pratiquée à la partie supérieure , que l'on fermeroit ensuite , & introduisant les siphons par une ouverture inférieure plongée dans une grande cuve : mais il nous paroît que l'on ne doit conclure la possibilité d'une opération qu'après avoir établi un rapport quelconque entre la somme des dépenses qu'elle exigeroit , & l'effet qui en résulteroit. Or , si on s'arrête un instant à considérer quelle force de charpente seroit nécessaire pour rendre un globe pareil capable de porter 4480000 d'eau , qu'il contiendrait à 40 pieds de diametre , avec quel art elle devoit être ajustée pour soutenir par-tout également la pression , on sera bientôt convaincu que cela est impossible dans l'exécution. Mais il y a réellement une manière très-simple de remplir le même objet ; les principes qui nous ont conduits à la découvrir , & les expériences que nous avons faites pour en vérifier l'application , ne paroîtront pas déplacés dans ce rapport.

Le gas étant sensiblement moins pesant que l'air atmosphérique , doit s'élever & se tenir au dessus. Cette regle physique qu'observent

constamment tous les fluides, cesse néanmoins lorsqu'il y a entr'eux une affinité chymique de composition, car alors ils ne forment plus qu'un tout homogène qui se distribue également dans tous les points de l'espace que la somme de leur volume doit occuper. Cette affinité existe-t-elle entre le gas inflammable & l'air commun? On peut le conjecturer de la promptitude de l'explosion que donne le mélange de ces deux fluides, & sur-tout de la facilité avec laquelle l'étincelle électrique produit cette détonnation en vaisseaux clos, dans quelque position qu'on les présente à l'électrophore. D'autre part, le gas inflammable n'est probablement que le phlogistique: si ce n'est le phlogistique pur, comme le croit M. Kirwan, du moins est-il bien peu éloigné de cet état de pureté, & l'on fait avec quelle affinité il est attiré par l'air vital dans les calcinations métalliques, & que même sans combustion, sans le secours de la chaleur, l'air vital, ou la portion de cet air qui se trouve dans l'atmosphère, enlève le principe inflammable au vitriol de mars, à la chaux blanche de manganèse elle-même. Enfin, nous verrons que le gas inflammable qu'on recueille dans les appareils ordinaires, par les dissolutions métalliques, participe sensiblement dans les commencemens de la pesanteur de l'air

commun resté dans les vaisseaux; ce qui prouve qu'il ne le traverse pas sans se mêler, ce qui annonce une forte d'union par affinité.

Il convenoit cependant de chercher à s'en affurer par des expériences directes; c'est ce que nous avons fait de la maniere suivante.

Nous avons ajusté au robinet d'une grande cloche de verre, un tuyau A, *fig. 1<sup>re</sup>*. qui étoit de la longueur du globe B, & qui ne remplissoit au plus que moitié de l'ouverture inférieure. Ayant rempli d'air inflammable du zinc, la cloche de verre C, nous avons ouvert le robinet, & plongé la cloche dans l'eau pour forcer le gas à monter par le tuyau de verre dans le globe. Cela fait, nous avons soulevé doucement la cloche pour en faire sortir le tuyau de verre; nous avons vissé au bas du globe le robinet portant le crochet de suspension, pour en faire la pesée à l'ordinaire, & nous trouvâmes que le fluide renfermé dans le globe, étoit à l'air atmosphérique : : 1 : 6. L'air ayant été pesé dans le même globe ( suivant notre usage constant ), on pouvoit conclure qu'il y avoit eu quelque peu de mélange, puisque le gas du zinc ne jouissoit pas de toute la légéreté qu'il devoit avoir; mais il n'étoit pas moins certain que ce mélange étoit très-foible, & que ce procédé pourroit très-bien servir à remplir de

gas un ballon solide , fans en déplacer l'air commun par l'eau.

M. de Virly, notre confrere, qui étoit présent à cette expérience, imagina une autre maniere de vérifier à quel point & en combien de temps se faisoit le mélange des deux fluides. Il s'agissoit d'introduire le gas dans le globe, en le portant toujours au dessus du globe par un tuyau, & de donner dans le bas une issue d'un égal diametre à l'air qui devoit être déplacé; de présenter à l'extrémité de ce dernier tube une chandelle allumée, pour saisir l'instant où il commenceroit à fortir du gas inflammable; enfin, de doser exactement le gas qui devoit remplir le globe, pour n'être pas trompé par la portion excédente, qui seroit à la fin expulsée à son tour. ( Voy. l'appareil, fig. 2. )

Ayant d'abord rempli la cloche A, de la quantité de gas nécessaire pour déplacer tout l'air du globe B, nous avons ouvert le robinet de communication & enfoncé la cloche dans l'eau pour faire monter le gas par le tuyau C. Pendant tout le temps qu'il a fallu pour vider entièrement la cloche, on tenoit une chandelle allumée à l'orifice D du tuyau de décharge, & nous avons observé qu'elle avoit été constamment soufflée comme par l'air commun pur, & qu'il n'y avoit eu d'inflammation



mation que dans le dernier instant, c'est-à-dire, quand tout le gas de la cloche étoit passé dans le globe, ce qui vient sans contredit de ce que la cloche a été comprimée sur l'eau au delà du point précis; & nous avons bien éprouvé qu'il étoit dangereux de chercher à s'y arrêter, car la cloche ayant été tant soit peu soulevée dans une de ces expériences, l'air commun rentra subitement par le tuyau D, le mélange prit feu à la chandelle, & les vaisseaux furent brisés dans mes mains par l'explosion.

Cette expérience a donc, non-seulement confirmé la première, elle a prouvé de plus que lors même que l'air commun étoit pressé par le gas, ne pouvant s'échapper que par une issue étroite, pourvû que le gas fût toujours dans le haut, il n'y avoit pas de mélange, du moins en quantité assez sensible pour que le fluide qui étoit chassé, fût ni inflammable, ni détonnant.

Ainsi la possibilité démontrée de remplir de gas inflammable un globe non flexible, ajoute un nouveau motif de préférence de cette méthode, par le choix qu'elle laisse pour la matière de l'enveloppe, & l'espérance d'en trouver une qui ait toutes les propriétés que l'on peut désirer. Il n'est pas temps d'indiquer quelles sont ces propriétés, nous nous en

occuperons en terminant cette première partie ; mais auparavant nous devons exposer les procédés que nous avons suivis, les résultats qu'ils nous ont donnés, & les observations que nous avons recueillies, puisque ce n'est que sur ces faits que nous pouvons asseoir une conclusion solide.

## §.

Ces considérations nous ayant déterminés à nous servir de gas inflammable, nous reconnûmes bientôt que le taffetas verni, ainsi que l'avoient employé MM. Charles & Robert, étoit de toutes les matières celle qui réunissoit le plus la solidité & la légèreté ; nous étions bien prévenus qu'on n'avoit pas encore réussi à la rendre imperméable au gas, nous prîmes la résolution de tenter divers essais pour perfectionner l'enduit, & nous nous livrâmes d'autant plus volontiers à l'espérance d'y réussir, que nous étions alors plus persuadés que cette condition étoit la seule que l'on pût désirer dans cette espèce d'enveloppe.

Nous ne rappellerons pas ici toutes les tentatives que nous avons faites à ce sujet dans le laboratoire de l'Académie, & dont nos confrères ont souvent vu & examiné avec nous les produits. Il suffit de dire que nous

avons essayé successivement plus de trente compositions différentes & en différentes proportions d'huiles grasses, essentielles, de résines, de mucilages, & autres matieres animales & végétales (1). J'avois lu (autant que je puis me rappeler dans le journal de M. Crell) que la glu, cette substance que l'on tire de la seconde écorce du houx, & qui se trouve dans le commerce, avoit des propriétés fort analogues au caoutchouc ou résine élastique de Cayenne; & M. Champy notre confrere, à qui j'avois fait part de cette observation, ayant apporté à l'Académie, le 4 décembre, des échantillons de taffetas couvert d'un enduit préparé avec cette matiere, nous la fimes entrer dans un grand nombre de ces essais.

Nous jugeâmes bientôt que la combinaison directe de la glu avec l'huile de lin, cuite avec la litharge, donnoit la composition la plus simple, la plus adhérente, la plus flexible, & en même temps la plus économique; nous n'hésitons pas en conséquence d'en conseiller l'usage comme plus aisée à traiter, & sur-tout moins chere que celles où l'on fait entrer le caoutchouc qu'il faut fondre seul au

---

(1) M. le P. de Virly, notre confrere, m'a fait voir depuis un assez bon vernis très-flexible, formé tout simplement d'huile grasse & de colle-forte.

feu pour pouvoir l'incorporer avec les huiles. La glu s'unit au contraire très-facilement à l'huile grasse, il suffit de la jeter dans l'huile bouillante, & d'agiter le mélange. Les proportions sont de deux parties d'huile sur une de glu; elles varient suivant que l'on préfère de donner plus de couches, ou de les donner plus épaisses; on est même toujours obligé de délayer pour pouvoir poser également le vernis, & c'est toujours de l'huile grasse qu'il faut employer pour cela. Au surplus, l'objet le plus important est de se procurer de la bonne glu récente; il n'y a aucune comparaison à faire de celle qui est ainsi conservée, avec celle qui a éprouvé les chaleurs de l'été.

Le seul inconvénient des compositions dont la glu fait une partie aussi considérable, est de sécher très-lentement; il est possible qu'il soit inséparable de la qualité que l'on cherche dans ces vernis; il sert même à rapprocher encore la glu du caoutchouc qui sèche si difficilement, qu'on est obligé d'exposer les pièces que l'on travaille avec cette résine, à la fumée, pour que les parties arides qu'elle y laisse, les empêchent de se coller (1). Mais

---

(1) Mém. de M. Berniard, Journal phys. tom. xvii, pag. 265.

cet inconvénient qui mérite peu d'attention dans bien des circonstances, devoit très-considérable pour nous, soit à raison de la rigueur de la saison, soit à cause des engagements que nous avons pris pour satisfaire plusieurs des souscripteurs, & nous choisîmes une composition dont la dessiccation fût plus prompte. Voici le procédé de sa préparation.

On fait bouillir dans un grand pot de terre, une livre d'huile de lin cuite auparavant sur la litharge; on fait fondre en même temps, dans un pot de terre séparé, une livre de résine copale bien pulvérisée; quand elle est fondue, on la verse peu à peu dans l'huile, & on agite le mélange. Si l'huile n'est pas assez chaude, la résine se pelotonne, & ne peut plus être redissoute. Quand le tout est bien mêlé, qu'il commence à refroidir, on y ajoute demi-livre d'huile essentielle de térébenthine.

On fait chauffer d'autre part une livre de la même huile de lin, on y jette une demi-livre de bonne glu, & on agite pour aider la dissolution.

Ces deux liqueurs étant mêlées, on les passe toutes chaudes par un linge serré, & le vernis est préparé. Il est bon qu'il repose au moins quelques jours avant que d'en faire usage, parce que les parties les plus grossières, c'est-à-dire celles qui n'ont pas été complé-

tement d'iformes se précipitent insensiblement au fond des vaisseaux.

Tel est le vernis que nous avons employé pour toute notre enveloppe, & qui a été jugé par tous ceux qui en ont vu des échantillons, d'une qualité au moins égale à tout ce qui avoit été fait précédemment.

Le choix de l'étoffe sur laquelle on applique ce vernis, est encore un article très-important. Nous avons essayé de couvrir diverses espèces de toile de fil & de coton; indépendamment de leur poids toujours fort au dessus des étoffes de soie qu'il faudroit compenser par une augmentation de volume, & qui les rendroit ainsi plus dispendieuses qu'économiques, leur tissu n'est jamais assez serré, & le vernis le plus doux, à moins qu'il ne fut très-épais ou dans l'état le plus mol de la résine élastique, ne pourroit se prêter au déplacement en tout sens que les fils de leur trame sont susceptibles d'éprouver.

Il n'y a donc réellement que la soie qui offre le double avantage de la légèreté & de la solidité; le taffetas paroîtroit naturellement destiné à cet usage, s'il n'étoit sujet à se déchirer facilement; on ne peut douter que si cette espèce d'enveloppe étoit d'ailleurs sans autre inconvénient, il seroit facile d'y remédier par des étoffes fabriquées exprès pour

être aussi ferrées, beaucoup plus solides & sans une grande augmentation de poids; les fatins, les croisés, &c. semblent mettre sur la voie de cette fabrication; mais il n'est pas temps de se livrer à ces spéculations avant que l'on ait jugé définitivement par les taffetas qui sont dans le commerce, ce que l'on peut se promettre de toute autre étoffe de soie.

Pour nous sur-tout, obligés par bien des raisons de prendre ce qui se trouvoit, pour ainsi dire, sous notre main, nous nous sommes contentés de choisir le meilleur taffetas, celui que l'on nomme gros de Florence ou taffetas d'Italie à trois bouts, sans faire attention à la couleur, pourvu que la qualité fût la même,

Nous avons bien jugé que notre Ballon devoit avoir un peu plus de diamètre que celui de MM. Charles & Robert, soit à cause de l'espèce de gas que nous nous proposons d'employer, soit à cause du poids des machines destinées aux essais de direction; mais il étoit difficile d'estimer ces machines qui n'existoient encore que sur les plans; nous fûmes d'ailleurs effrayés de l'augmentation proportionnelle de dépense, & nous fixâmes ses dimensions à vingt-sept pieds de diamètre. On verra dans la suite ce que nous a coûté cette timidité, & combien nous avons eu lieu de regretter de ne lui avoir pas donné trois ou quatre pieds de plus.

Comme nous avons voulu laisser plutôt plus que moins d'étoffe pour les coutures, le Ballon s'est trouvé avoir près de 27 pieds  $\frac{1}{2}$  de diamètre horizontal, ce qui n'a pas empêché qu'il ne prît une assez belle forme, à peu près semblable à une orange, & qui, loin de présenter quelques inconvéniens, sembloit le disposer naturellement, lorsqu'on l'enflait, à s'élever sur son axe perpendiculaire.

Nous ne nous arrêterons pas à décrire la méthode que nous avons suivie pour la taille des fuseaux, elle revient à ce qui a été publié à ce sujet par MM. Faujas & de Parcieux. Comme il nous falloit quarante-deux largeurs pour la circonférence entière, elle fut divisée exactement en vingt-une parties qui devoient former autant de fuseaux, & ces fuseaux furent taillés dans les pièces cousues d'avance, deux à deux sur la longueur, de sorte que la couture se trouvoit au milieu du fuseau.

Nous ne releverons de même de toutes les opérations pour achever l'enveloppe, que ce qui nous paroîtra pouvoir être utile à ceux qui voudroient suivre la même route, & que ce qui n'aura pas été écrit avant nous; & nous traiterons ces détails très-succinctement, pour qu'on ne nous soupçonne pas de leur donner plus d'importance qu'ils n'en méritent.



Les fuseaux taillés furent étendus sur une table de quarante-cinq pieds de longueur, & reçurent la première couche de vernis; cette première couche ne glace point, elle passe à travers l'étoffe, il est bon de mettre d'autres pièces dessous pour qu'il ne se perde pas sur la table.

Le vernis doit être employé à chaud; il faut avoir attention de ne pas chauffer la partie supérieure du pot, sur-tout lorsqu'elle est vuide, ce qui brûle la résine & rend le vernis noir & grenu. L'ouvrier chargé de cette partie, & qui y a travaillé avec autant de zèle que d'intelligence, imagina que ce vernis se poseroit mieux & plus uniformément, s'il étoit étendu avec l'huile de térébenthine; il ne tarda pas à vérifier ce que nous lui avions annoncé, que l'enduit s'écailleroit & tomberoit en poussière lorsqu'on froisseroit l'étoffe, il fallut travailler à réparer à force d'huile grasse les pièces qui avoient été traitées de cette manière.

Lorsque cette première couche fut sèche, chaque fuseau en reçut encore deux, l'une à l'intérieur, l'autre à l'extérieur, qui pour lors laisserent de chaque côté un enduit glacé.

Après chaque couche les fuseaux étoient portés de toute leur longueur sur l'étendoir, c'est-à-dire, placés sur des liteaux soutenus

les uns au dessus des autres par des cordes, dans une salle de quarante-cinq pieds, que la rigueur continue de la faison nous obligea de transformer, à grands frais, en une véritable étuve, pendant toute la durée de cette opération.

Les fuseaux furent assemblés deux à deux, puis quatre à quatre, & les coutures toujours faites de la même maniere, soit avant la taille des fuseaux, soit dans le taffetas verni, c'est-à-dire, à soie double, à point en arriere, à quatre lignes du bord, & ces bords rabattus ensemble d'un côté. Quand ces coutures sont bien faites, elles ont toute la solidité qu'on peut desirer; & nous avons éprouvé qu'en les faisant enduire de plusieurs couches, on pouvoit se dispenser de les couvrir de rubans; & ce n'est pas, à ce qu'il nous semble, un petit avantage, car cette derniere opération est très-difficile, & ne réussit jamais qu'imparfaitement.

Pour avancer la besogne, & répondre, autant qu'il étoit possible, aux vœux de quelques souscripteurs, nous primes la résolution de faire assembler quelques fuseaux, avant qu'ils eussent reçu toutes les couches de vernis, ne pouvant alors les étendre de toute leur largeur, à cause de la courbure, on fut obligé de replier ces pieces les unes sur

les autres, avant qu'elles fussent entièrement séchées, c'est ce que l'on doit éviter avec soin : nous avons observé que dans ce cas l'enduit s'attache au point qu'il s'écaille, & laisse le taffetas à nu de l'un ou de l'autre côté, lorsqu'on veut séparer ces pièces, & ce n'a été qu'avec beaucoup de peine que l'on est parvenu à réparer ces défauts.

Malgré ces accidens, nous avons eu lieu d'être satisfaits du succès de nos efforts pour la perfection de l'enveloppe, peut-être même seroit-il difficile de faire mieux que les pièces auxquelles on a pu donner le temps de sécher, & sur-tout celle destinée à faire l'appendice, qui, exposée plus immédiatement à l'action des vapeurs acides qui accompagnent le gas, même au sortir de l'eau, vingt fois tordue, comme la vessie la plus souple, ou tendue avec force pour en exprimer le gas que nous voulions retirer, n'a jamais laissé transpirer le fluide, & a toujours conservé toute sa force & sa qualité, au point que les soies de la couture se cassoient sans qu'elle reçût d'autre dommage.

Voici quelques observations qui pourront encore faire juger de la qualité de cette enveloppe.

1°. Un morceau du même taffetas, couvert du même vernis, ayant été tendu & bien

ficelé sur le récipient appelé casse-veffie, on le plaça sur la platine de la machine pneumatique, & on fit le vuide. Le piston remonta seul au troisieme coup, le récipient adhéra à la platine, au point qu'on pouvoit enlever toute la machine en l'empoignant; l'adhérence étoit presque la même six heures après, le lendemain il fallut encore un léger effort pour l'enlever.

Cette expérience fut répétée en observant de placer une couture sur le milieu du casse-veffie; il n'y eut aucune différence, si ce n'est que la dépression fut un peu moindre, les doubles de la couture opposant plus de résistance au poids de l'athmosphere.

2°. Le 13 février, le Ballon fut porté à la grande salle de l'Académie, pour y être enflé d'air commun; cette opération se fit en moins de trois heures avec un seul soufflet de serrurerie, dont les deux valves pouvoient contenir environ neuf pieds cubes d'air. Lorsqu'il fut rempli au point de toucher les résauts des ornemens de la salle, qui n'a que vingt-huit pieds de largeur, on essaya d'y pousser encore un peu d'air, pour voir s'il ne perdoit pas en quelqu'endroit, cette distension forcée ne cessa que par une scissure de huit à neuf pouces, qui se fit avec un bruit assez fort à l'entrée de l'appendice, où toutes les pointes

aboutissent : ce qui nous détermina à renforcer cet endroit par une piece de taffetas verni , taillé en couronne.

Ainsi raccommodé , il tint l'air quatre jours entiers sans déperdition sensible ; lorsqu'on voulut le vuidier , on ouvrit l'appendice qui avoit six pouces de diametre , il fallut plus de vingt-quatre heures pour écouler tout l'air qu'il contenoit , & même sur la fin on fut obligé , pour accélérer cette opération , de le charger par de larges rubans de fil qui étoient tirés par des poids.

3°. Le Ballon ayant été rentré sous la tente , environ à moitié plein de gas , le 1<sup>er</sup>. mars , à peine essuyé du givre dont il avoit été couvert la nuit précédente ; & faute de matieres pour achever de le remplir , on le laissa s'abaisser , jusqu'à ce que reposant sur une base circulaire , il prit une forme hémisphérique réguliere ; on prit alors ses dimensions , & on estima vingt-quatre heures après qu'il n'avoit perdu tout au plus que deux cent quarante-deux pieds cubés dans cet intervalle de temps. Il est vrai que les deux incisions qui y avoient été faites un peu au dessus de l'équateur , devoient se trouver par cette position déjà fort près de la base. Elles furent apperçues que le 4.

4°. Les pluies , les gelées blanches , les

vents orageux que le Ballon avoit effuyés, soit sous la tente, soit en plein air, nous ayant déterminés à l'enfler d'air commun pour l'examiner plus commodément & le réparer dans toutes ses parties, il fut apporté pour cela dans mon jardin, & rempli le 7 avril avec le même soufflet dont il a été question précédemment, autant qu'il est possible de remplir d'air commun un globe, qui, restant toujours chargé de plus des  $\frac{3}{4}$  de l'enveloppe, s'applatit nécessairement sur un pole. Non-seulement il n'y eut aucune perte sensible dans la nuit du 7 au 8; mais le soleil s'étant montré assez constamment dans cette matinée, l'air fut dilaté par la chaleur, au point que quoiqu'il ne soufflât qu'un vent de nord très-foible, il étoit difficile d'empêcher le Ballon de rouler dans le jardin, & qu'il passa même une fois sur la tête de deux personnes qui se présentoient au devant de lui pour l'arrêter, de sorte qu'on fut obligé d'ouvrir l'appendice & la soupape, pour avoir le temps de le fixer par des tresses croisées sur le pole supérieur. C'étoit une preuve bien satisfaisante de la qualité de cette enveloppe, puisqu'elle soutenoit un effort de dilatation capable de produire une pareille légéreté respective dans une atmosphère qui éprouvoit également l'ardeur du soleil.

Nous ne devons pas omettre une observation importante , à laquelle cet événement donna lieu , nous jugeâmes que la chaleur de l'intérieur du Ballon , devoit être supérieure à celle du dehors : pour nous en convaincre , nous ouvrîmes la soupape ; l'air qui en sortit , fit sur nos yeux une sensation vive & presque douloureuse. Nous prîmes alors un thermometre , que nous laissâmes quelque temps exposé au soleil , suspendu au bout d'un bâton en plein air , pour qu'il se mit à sa température actuelle ; nous présentâmes ensuite la boule à l'ouverture de la soupape , & il monta sur le champ de quatre degrés , quoique le soleil eût passé derrière un nuage plus d'une demi-heure auparavant.

Ce fait intéressant , dont nous tirerons ailleurs les conséquences , nous paroît très-propre à confirmer la conjecture que M. de Virly nous avoit communiquée avant cette expérience , qu'il ne seroit peut-être pas impossible de faire un Ballon de taffetas verni , qui étant rempli aux  $\frac{1}{4}$  d'air commun , & exposé aux rayons du soleil dans un jour d'été , s'élevât par la seule raréfaction que cet air éprouveroit , & qui lui seroit occuper un plus grand volume.

## §.

Ce phénomène nous conduit naturellement à l'examen d'une autre question, que nous ne croyons pas que l'on se soit encore proposée, & qui a cependant un rapport immédiat avec le choix de la matière des Ballons aérostatiques, c'est de savoir *quelle est l'action que les gas exercent sur ces matières & réciproquement ?*

En général, les hommes ne remarquent guere que les choses qui éveillent leurs sens par des impressions fortes; & ce n'est que depuis quelques années que les Chymistes ont commencé à s'occuper des propriétés des fluides les plus subtils, & à tenir compte des effets que leur lenteur rendoit moins sensibles.

On a déjà beaucoup opéré & écrit sur le gas inflammable, mais il s'en faut beaucoup que l'on connoisse toutes ses affinités. M. Priestley avoit bien remarqué que ce gas agité dans l'huile de térébenthine étoit moins inflammable (1), qu'il étoit absorbé par le charbon, qu'il en sortoit moins inflammable, & que la puissance réfringente de ce fluide étoit plus considérable que celle de l'air com-

---

(1) Tom. 4, pag. 285.



mun (1); mais *n'exerce-t-il pas une vraie action de dissolution sur les matieres grasses, telles que les huiles, les résines, &c.* Voilà une question que nous ne croyons pas que personne se soit encore proposée, du moins relativement à notre objet, qui cependant y touche de très-près, puisque si cette affinité existe, il doit en résulter une altération, une véritable composition des deux substances; de sorte que le gas peut devenir spécifiquement plus pesant, & l'enduit plus perméable par cette espèce d'affinité que j'ai cru devoir nommer *attraction de transmission*, dont la poterie cuite en grais nous fournit un exemple bien frappant, puisqu'elle tient l'eau pure, & tranfmet par ses pores l'eau chargée de sel.

Nous avons été conduits à ces réflexions par plusieurs observations, deux sur-tout, qu'il suffira d'indiquer. La *premiere* est qu'après avoir pesé dans un Ballon de verre des gas inflammables végétaux, il en restoit sur les parois du vaisseau une couche huileuse, & que cette couche disparoissoit subitement lorsqu'on faisoit le vuide après y avoir introduit du gas, & qu'elle n'étoit sensiblement diminuée que dans ces circonstances.

---

(1) Tom. 8, pag. 404.

La seconde observation est celle de l'altération du gas enfermé pendant dix-sept jours dans un petit Ballon de baudruche. Ce gas avoit été tiré du zinc & lavé dans l'eau, cependant il ne fut pas possible de le faire détonner en le mêlant à l'air commun, ni même de l'allumer; lorsque nous le fîmes passer dans l'eau de chaux, il nous parut la troubler un peu. On en remplit un globe de verre pour prendre sa pesanteur spécifique; elle se trouva d'abord avec l'air commun pesé le même jour, dans le rapport de 1112 : 1184, ou 69,5 : 74,0; mais le robinet ayant été tenu ouvert environ deux minutes, ce rapport se trouva :: 1157 : 1184.

Ainsi son poids se rapprochoit très-fort de celui de l'air atmosphérique, & n'en différoit plus que par une petite portion de vrai gas qui y restoit, peut-être même par l'air vicié qu'il contenoit, & que l'on fait être un peu plus léger que l'air commun. Celui à qui ce Ballon appartenoit, nous assura qu'en effet il ne conservoit plus aussi bien sa force ascensionnelle que dans les commencemens, quoiqu'il n'y eût à l'extérieur aucune dégradation sensible.

Nous remplîmes un grand flacon de gas du zinc, nous y fîmes entrer un morceau de taffetas verni d'environ quatre pouces quar-

rés, & nous le bouchâmes avec du liége, en observant d'y laisser un peu d'eau pour empêcher plus sûrement toute communication avec l'air extérieur. Ce flacon fut ainsi conservé renversé sur son bouchon dans une chambre peu exposée au soleil, pendant huit jours, & au bout de ce temps, le gas éprouvé se trouva altéré au point de ne pas prendre feu, même étant mêlé à l'air commun.

Cependant la présence de l'eau, l'humidité qu'elle entretenoit dans l'intérieur du flacon, & son action sur le taffetas verni, quelque foible qu'on la suppose, pouvoient avoir contribué à cette altération; il convenoit d'ailleurs de s'assurer si la pesanteur spécifique du gas suivoit les progrès de cette altération, nous fîmes en conséquence l'expérience suivante.

Après avoir introduit plusieurs morceaux de taffetas verni, du poids de deux gros dix grains dans le globe de verre, armé de son robinet qui nous a servi pour toutes nos pesées, il fut placé sur la machine pneumatique, exactement purgé d'air commun, & pesé à une bonne balance. Il fut ensuite rempli de gas inflammable tiré du zinc qui avoit passé dans de l'eau chargée d'eau de chaux pour retenir l'acide; puis ayant fermé le robinet, on le laissa cinq jours dans la même

situation, c'est-à-dire, le robinet en bas.

Le Ballon pesa avant que d'avoir été ouvert trois grains  $\frac{1}{16}$  de plus, ce qui ne pouvoit venir que d'un peu d'humidité extérieure, du changement de l'état de l'atmosphère, ou autre cause accidentelle étrangère au but de l'expérience.

Le fait important est que le robinet ayant été ouvert deux minutes, toujours l'orifice en bas, & le Ballon repesé sur le champ, il se trouva une augmentation de poids de 5 grains  $\frac{1}{2}$ , qui annonça que l'air renfermé dans le vaisseau avoit été un peu diminué.

On tira une portion de ce gas par la pompe pneumatique, il fut à l'instant même repassé sous l'eau dans une bouteille; il y eut détonation & combustion paisible sur la fin.

Une autre portion de ce gas fut passée par l'eau de chaux, & la blanchit sensiblement.

Il est donc bien sensible que le gas inflammable s'altère dans les enveloppes grasses & résineuses; & si l'effet est aussi marqué dans des vaisseaux exposés à une température égale & foible, que ne doit-on pas craindre de cette altération, lorsque ces enveloppes seront exposées aux rayons du soleil, puisque ce fluide est susceptible d'un très-grand degré de chaleur, que l'enveloppe elle-même augmente son intensité dans un degré très-

fenfible, comme nous l'avons remarqué ci-devant, d'après une expérience faite fur notre Ballon, même rempli d'air commun, & que l'action de la chaleur augmente néceffairement la force diffolvante, & l'altération qui en réfulte. Nous en avons eu une preuve directe dans une expérience dont nous avons déjà eu occafion de parler. Ayant remarqué que l'air commun renfermé dans notre Ballon expofé quelques heures au foleil, prenoit beaucoup plus de chaleur que l'air ambiant (1), nous tirâmes plufieurs bouteilles de cet air pour en faire l'effai; nous y plongeâmes une lumière qui parut brûler comme dans l'air commun ordinaire; mais en ayant pefé un volume de 169 pouces cubes, nous vîmes avec étonnement qu'il étoit un peu plus léger que l'air commun, que leur pefanteur étoit dans le rapport de 68 à 71, ce qui ne pouvoit être attribué à la dilatation, puifque cette opération ne fe fit que plus de vingt-quatre heures après que cet air avoit été tiré du Ballon, & qu'il avoit d'ailleurs été transféré dans l'eau, avant que d'être introduit dans le globe à crochet.

L'air commun lui-même avoit donc éprouvé, dans ces circonftances, une légère altération

---

(1) Voy. ci-devant pag. 31.

qui ne peut être attribuée qu'à la formation d'un peu d'air nuisible ou phlogistique, & qui diminueoit en proportion la pesanteur spécifique du mélange. Suivant M. Achard (1), la pesanteur de l'air gâté par une bougie qui y a brûlé jusqu'à ce qu'elle se soit éteinte d'elle-même, est à celle de l'air commun : : 28 : 31.

*Conclusion de cette partie.*

On peut espérer de perfectionner les enveloppes de taffetas verni, soit en fabriquant des étoffes de soie plus solides, soit par la qualité même du vernis, & les précautions que l'on prendra pour l'appliquer. On parviendra ainsi à diminuer considérablement la déperdition du gas. Mais il paroît très-difficile de la faire cesser entièrement ; & à ce premier inconvénient, il s'en joint un autre, c'est l'altération inévitable du gas; inconvénient qui est encore augmenté par la chaleur que prennent les enveloppes vernies. On sera donc forcé d'abandonner ces matieres, dès qu'il sera question de faire des machines qui servent plusieurs fois sans une nouvelle dépense, qui est le

---

(1) Journ. phys. tom. XXI, pag. 228,

but que l'on ne doit pas perdre de vue, en supposant la possibilité de diriger.

Les matieres animales contenant toujours des principes graisseux, seront sujettes aux mêmes inconveniens, à quoi il faut ajouter la difficulté de les trouver sans défauts, & de les réunir solidement sans les rendre beaucoup plus pesantes. L'usage que l'on fait de la peau blanche pour couvrir les cuvettes des barometres portatifs, suffit pour prouver combien ce tissu est perméable à l'air.

Le métal ne perdra rien, il soutiendra mieux l'effort de dilatation intérieure, une simple foupape placée vers le bas, & pressée en dehors par un ressort dont la force seroit combinée avec celle de l'enveloppe, suffiroit pour le mettre à l'abri de ce danger, & nous avons fait voir qu'il seroit possible de le remplir de gas qui seroit à l'air commun : : 1 : 6, sans y faire le vuide, sans le remplir d'eau, en un mot, sans aucune manœuvre embarrassante ni dispendieuse. Mais le métal est aussi sujet à prendre beaucoup de chaleur, à se tourmenter, à se crevasser, lorsqu'il ne reçoit pas une chaleur par-tout égale. La moindre épaisseur que l'on pût lui donner, seroit d' $\frac{1}{8}$  de ligne, sans compter les renforts nécessaires, les soudures, &c. & avec cela un globe de cinquante pieds de diametre, rempli du meilleur gas,

suivant le procédé de notre expérience , auroit à peine une force d'ascension de 5 à 600 livres; son volume enfin en rendroit la direction presque impossible par le peu de moyens qu'il pourroit porter, sans parler du danger de promener dans les airs une pareille masse de métal, pour peu qu'il y eût de fluide électrique hors d'équilibre.

Sur quelle matière pourra-t-on donc porter ses vues? Nous n'en voyons point qui présente autant d'avantages que le carton.

Le pied carré d'un bon carton de  $\frac{1}{4}$  de ligne d'épaisseur, peut être estimé peser 4 onces 6 gros.

Un globe de trente-sept pieds de diamètre, ne peseroit par conséquent que 1277 livres.

Il déplaceroit 2229 livres d'air commun.

Il pourroit être rempli facilement d'un gas inflammable qui seroit à l'air commun :: 1 : 6, qui ne peseroit ainsi que 372 livres.

Il auroit donc déjà une force d'ascension de 580 livres, c'est-à-dire, au moins aussi considérable que le globe de métal à cinquante pieds de diamètre.

Le carton est la matière la moins chère, & en même temps la plus commode, on n'auroit pas à craindre les coutures, le globe pourroit être fait d'une seule pièce. Un demi-cercle représentant un fuseau développé sur



fa courbe, construit en bois légers, porté par un axe qui traverseroit les deux poles, serviroit à coller successivement toutes les feuilles, en faisant glisser successivement le globe par demi-fuseau sur cet établi cintré.

Un pareil globe porteroit un filet de rubans de fil & un cercle équatorial au moins aussi bien qu'un Ballon de taffetas. Rien n'empêcheroit de renforcer l'hémisphère supérieure, en posant intérieurement un cercle de bois léger, à peu près à la hauteur des cercles des tropiques dans les globes terrestres; enfin, pour prévenir la rupture dans le cas d'une grande dilatation, on placeroit en bas une soupape, comme nous l'avons dit pour le globe de métal.

Le carton est une des matières les plus inertes, qui prend le moins de chaleur, qui se tourmente le moins, qui attire le moins le fluide électrique; il ne craint à vrai dire que l'humidité; on l'en préserveroit aisément par un vernis, qui se trouvant pour lors à l'extérieur & sur un fond blanc, n'auroit plus les mêmes inconvénients. Mais nous regardons cette précaution comme indispensable; parce qu'indépendamment de ce que le carton en se détrempanant perdrait sa force & sa solidité, il pourroit arriver que l'eau qui se feroit logée dans les pores, établit une sorte de com-

munication avec l'air extérieur, qui insensiblement remplaceroit le gas pur ou presque pur par un mélange de gas & d'air commun. C'est ce que nous avons lieu de présumer d'une expérience que nous avons plusieurs fois répétée. Ayant laissé du gas du zinc très-pur sous des cloches de verre dont la partie inférieure étoit plongée dans l'eau, nous avons constamment observé qu'au bout de quelques jours le gas renfermé sous ces cloches détonnoit très-fort sans addition d'air commun, lors même que l'on prenoit la précaution de le faire passer auparavant dans une bouteille à col étroit, & qu'il ne détonnoit au contraire que foiblement, lorsqu'on le mêloit avec partie égale d'air commun.

Cette observation s'accorde avec ce qui avoit déjà été remarqué par MM. Priestley & Kirwan, que le gas inflammable se détériore à la surface de l'eau, & qu'il passe à travers les vessies. C'est un motif de plus de rejeter toutes les substances susceptibles de prendre l'humidité, sans en excepter les peaux & les cuirs. Il nous paroît seulement que l'on pourroit faire une distinction du parchemin; on fait avec quelle force cette matiere tient l'air, même comprimé, dans les soufflets; le travail qu'elle a reçue, l'a rendue tout à la fois plus sèche & moins poreuse, & en l'incorporant

dans l'intérieur du carton, elle ne pourroit ni altérer le gas avec lequel elle ne seroit pas en contact, ni se charger de l'humidité de l'athmosphère, dont elle seroit encore défendue par le vernis de la surface.

Avec les précautions que nous venons d'indiquer, le globe de carton sera un des meilleurs vaisseaux que l'on pourra employer pour contenir le gas, s'il ne se tamise point par ses pores, s'il n'y éprouve aucune altération; il nous a paru important de résoudre encore cette question.

### *Expériences sur le carton.*

Nous avons fait faire un cylindre de carton; tel qu'il se trouve dans le commerce, c'est-à-dire très-grossier, d'environ  $\frac{1}{2}$  ligne d'épaisseur; ce cylindre avoit 6 pouces 2 lignes de diamètre intérieur, & 15 pouces de hauteur; sa capacité étoit par conséquent de 460,33 pouces cubiques. Il portoit à sa base un goulot de verre crystallin, avec son bouchon usé à l'émeri.

Ce cylindre plein d'air commun & bouché; a pesé 6 onces 5 gros 47 grains  $\frac{3}{8}$ , le barometre étant à 27 pouces 6 lignes, & le thermometre à 11 degrés au dessus de zéro.

Nous avons introduit dans ce cylindre;

par le goulot de crystal, un tuyau de verre qui ne le remplissoit qu'à moitié, & qui s'élevoit jusqu'au dessus du cylindre. Ce tuyau de verre étant fixé au robinet d'un très-grand récipient plein de gas inflammable du zinc, nous avons fait passer ce gas dans le cylindre, de la maniere ci-devant décrite; on a tiré ensuite doucement le tuyau de verre, & on a mis dans le goulot le bouchon de crystal.

Le cylindre ainsi rempli, se trouva peser 6 onces 3 gros 22 grains  $\frac{7}{8}$ , il avoit donc perdu 2 gros 24 grains  $\frac{1}{2}$ , ce qui revient à peu près à  $\frac{1}{6}$  du volume d'air commun qui avoit été déplacé.

Ayant été laissé pendant neuf jours dans la même situation, son poids n'a été augmenté que de 4 grains, & cette augmentation pouvoit venir en partie de l'humidité du lieu où on l'avoit suspendu.

Exposé au soleil pendant deux heures, sa forme n'a pas changé sensiblement; seulement les deux disques plans qui le terminoient, paroïssent un peu plus convexes.

On en a tiré de l'air en abouchant le goulot à l'ajutage d'une pompe à main; cet air s'est allumé sans détonner; mêlé à l'air commun, il a détonné assez fortement: d'où l'on peut conclure que le gas n'étoit nullement altéré.

Il seroit possible cependant que l'on ren-

contrât dans l'exécution d'un pareil globe, quelqu'autre inconvénient auquel nous n'avons pas pensé; il est difficile de tout prévoir dans des constructions d'un genre aussi nouveau : mais si nous avons à diriger la construction d'un nouvel Aérostate, nous n'hésiterions pas de préférer cette enveloppe à toutes celles qui ont été exécutées ou projetées jusqu'à ce jour. Et d'après ce que nous venons d'exposer, nous osons croire que les Physiciens partageroient notre confiance.



---

---

## SECONDE PARTIE.

### DU GAS INFLAMMABLE.

La chymie des gas a conduit MM. de Montgolfier à leur belle découverte ; cette science profitera à son tour des recherches qui vont se multiplier à cette occasion sur les gas inflammables. On commence déjà à sentir l'importance de plusieurs questions que l'on ne daignoit pas approfondir, parce qu'elles ne présentoient d'autre intérêt qu'un rapport éloigné & presque indirect aux grandes théories du feu & du phlogistique. Nous ne nous flatons pas d'offrir la résolution de toutes ces questions, mais nos expériences nous ont fourni un grand nombre d'observations qui peuvent servir à fixer les principes, qui seront du moins utiles dans la pratique du nouvel art aérostatique : c'en est assez pour nous engager à les rassembler ici.

*Trouver un gas inflammable à peu près aussi léger que celui qu'on dégage des métaux par les acides, & qu'on puisse retirer plus facilement, en plus grande quantité, & avec moins de dépense : voilà le problème que nous nous sommes d'abord proposé, ainsi que tous ceux qui ont*

cherché à perfectionner cette partie de l'aérostatique.

On favoit donc que les dissolutions acides des métaux donnoient le gas le plus léger, quoique cette légéreté n'eût pas encore été bien déterminée, comme nous le ferons voir dans la suite. On favoit qu'il s'élevoit des marais & autres fonds vaseux couverts d'eaux stagnantes, un gas susceptible d'inflammation, mais peu détonnant; on avoit déjà recueilli du gas inflammable en calcinant quelques minéraux; on avoit observé enfin qu'il se dégageoit un fluide de cette nature pendant la distillation d'une infinité de matieres végétales & animales. Mais il restoit à déterminer s'il n'y avoit réellement qu'un gas inflammable, toujours identique lorsqu'il étoit pur; s'il étoit toujours possible de le ramener à cet état; d'où provenoit la différence observée même dans les gas tirés des métaux; si les procédés de rectification ne seroient pas trop dispendieux; en un mot, quelle étoit la substance qui donnoit le gas, ou naturellement plus pur, ou plus facile à purifier?

Avant que de proposer notre sentiment sur ces questions, nous donnerons le tableau de nos essais comparés, en indiquant les principales circonstances des procédés; & afin que l'on puisse juger en même temps de la

maniere dont nous avons opéré pour déterminer la pesanteur des différens produits gazeux, nous commencerons par décrire les instrumens dont nous avons fait usage.

*De la maniere de prendre exactement le poids des gas.*

Pour peser exactement les gas, il n'y a pas d'autre moyen que de faire le vuide dans un vaisseau de verre d'une capacité déterminée, d'en prendre le poids dans cet état, d'y introduire le gas, de peser le vaisseau plein, de le reporter ensuite sur la machine pneumatique pour le vider comme la premiere fois, de le reposer vuide, d'ouvrir alors le robinet pour y laisser rentrer l'air atmosphérique; & l'ayant refermé, de vérifier enfin sur le champ le poids du vaisseau rempli de cet air.

Cette opération paroît un peu longue & même ennuyeuse, sur-tout lorsqu'il faut peser & reposer une grande quantité de gas & dans différens états; mais nous avons reconnu que c'étoit la seule maniere d'obtenir des résultats sans erreur sensible, & nous ne nous sommes jamais permis de négliger la moindre de ces précautions.

Nous avons d'abord imaginé de nous servir  
d'une



d'une simple vessie garnie de son robinet, dans laquelle nous faisons passer le gas que nous voulions peser ; cette méthode est en effet bien plus expéditive ; mais, malgré toutes les précautions possibles, comme d'en retirer l'air avec une pompe à main après l'expression, & d'y porter toujours une même quantité de gas déterminée par la capacité d'une cloche que l'on en remplissoit jusqu'à le faire sortir par-dessous les bords, nous avons trouvé des différences si considérables dans les résultats du même jour, sur le même gas, que nous n'avons pas hésité de les attribuer à des accidens étrangers à nos recherches, & inséparables de cette méthode ; tels que l'humidité de la vessie, la facilité plus ou moins grande avec laquelle elle perdoit le gas suivant la température, l'impression rapide de chaleur qu'elle recevoit dans les mains, & qui se communiquoit au fluide qui y étoit renfermé. A quoi il faut ajouter l'embarras de rapporter en *plus* dans le calcul ce qui se trouve en *moins* dans l'observation ; car on sent que la vessie vuide pèse plus que lorsqu'elle est pleine de gas. Par exemple, ayant fait passer 133 pouces cubiques de gas inflammable tiré du zinc, dans une vessie armée de son robinet, qui pesoit vuide 4142 grains  $\frac{1}{8}$ , elle ne pesa plus que 4096  $\frac{1}{8}$  ; ce qui annon-

çoit une perte de poids de 45 grains  $\frac{1}{2}$ . Une autre fois ayant fait passer un pareil volume d'air commun dans la même vessie, elle pesa 3 grains  $\frac{1}{3}$  de moins que lorsqu'elle étoit vuide.

Lors donc que nous avons voulu peser les gas inflammables, nous avons commencé par vuidier exactement d'air commun le globe de verre, *figure 3*, contenant 169,33 pouces cubiques.

En cet état nous en avons pris le poids avec une bonne balance marquant sensiblement le 8<sup>e</sup>. de grain, lorsqu'elle étoit chargée de 18 à 19 onces, en le suspendant au bras de la balance par le crochet, *fig. 4*.

Cela fait, nous avons ôté le crochet & ouvert le robinet pour laisser rentrer l'air commun, & le globe a été pesé de nouveau pour connoître d'abord quel étoit le poids de ce volume d'air atmosphérique, à la température actuelle. Il a été ensuite reporté sur la machine pneumatique pour y faire le vuide, & repesé sur le champ.

Le globe purgé d'air étoit alors vissé sur le robinet d'un grand récipient, *fig. 5*, posé sur la table de la cuve destinée aux expériences pneumatiques, & rempli d'avance de gas inflammable; en ouvrant les robinets, ce gas s'élevoit de lui-même dans le globe; de sorte qu'il n'y avoit d'autre compression que celle

de l'atmosphère même, avec laquelle on lui donnoit le temps de se mettre parfaitement en équilibre.

Ce récipient étant d'une plus grande capacité que le globe supérieur, il n'y avoit pas à craindre que l'eau pût s'élever jusqu'à la hauteur des robinets, ce qui auroit pu jeter de l'incertitude sur le résultat de la pesée. Nous avons même l'attention, lorsque nous faisons monter l'eau dans le récipient pour le disposer à recevoir un nouveau gas, de ne la laisser jamais approcher de son robinet, parce que la première bulle d'air qui auroit passé dans le globe vuide, l'y auroit nécessairement entraînée. De cette manière, il restoit, à la vérité, une petite portion d'air dans la partie supérieure du goulot du récipient; mais comme nous nous arrêtons toujours au même point, la condition étoit la même pour tous les essais comparés.

Après avoir pris le poids du globe ainsi rempli de gas, il étoit vuide une *troisième fois*, pesé de nouveau dans cet état, puis rempli d'air commun, & enfin pesé une *sixième fois* pour chaque opération, avant que d'établir les rapports de pesanteur.

On regrettera peut-être que nous n'ayions pas fait usage de la jauge de mercure, pour vérifier à chaque fois l'égalité du vuide, mais

il eût été difficile de l'introduire dans le globe même qui doit être alternativement porté par son robinet, ou suspendu par son crochet : en le plaçant sous un récipient au dessous du globe, l'humidité des cuirs de la platine pouvoit occasionner des variations plus considérables. Nous pouvons assurer que la méthode que nous indiquons (1), n'est sujette à aucune erreur sensible : une bonne machine pneumatique conduite par la même main, produit toujours à très-peu près une égale raréfaction à un nombre réglé de coups de piston ; & toutes les fois que les résultats ont été troublés par quelques accidens, nous en avons été avertis sur le champ par la balance, les poids donnant eux-mêmes la preuve que le globe avoit été vuïdé ou rempli au même point.

*Observations sur le poids du gas inflammable retiré de diverses matieres.*

L'air commun ayant toujours été pris pour terme de comparaison dans les expériences dont nous allons rendre compte, comme le plus intéressant, relativement à l'objet, il

---

(1) Cette méthode differe peu de celle de M. Sigaut de la Fond. *Essai sur les différentes espèces d'air, &c.* p. 36.

convient d'abord d'en fixer l'évaluation moyenne.

Un volume de ce fluide égal à la capacité de notre globe de verre, c'est-à-dire, de 169,33 pouces cubiques, a varié depuis 68 grains jusqu'à 74; il est vrai que le premier terme n'a été aussi foible qu'une seule fois, c'étoit le 18 Janvier, le barometre étant à 26 pouces 4 lignes. Le thermometre de l'appartement où se faisoient ces expériences, a été assez constamment entre cinq & six degrés au dessus de zéro.

En prenant  $73 \frac{1}{2}$  pour terme moyen, qui est en effet celui dont les pesées se sont plus souvent rapprochées, le poids d'un pied cube d'air commun est d'une once 3 gros 10 grains, ou 802 grains; résultat conforme à celui que l'on trouve en supposant le rapport des pesanteurs spécifiques de l'air commun & de l'eau, :: 1 : 800, & le poids du pied cube d'eau égal à 70 livres.

### *Gas inflammable du zinc.*

On n'a pas encore entrepris de déterminer la pesanteur spécifique du gas inflammable en général, & cela ne doit pas étonner, puisqu'il est constant qu'elle varie suivant les matieres dont on le dégage; mais on n'est pas

même d'accord sur la vraie pesanteur spécifique du gas retiré d'une même substance. Ce qu'il y a de certain, c'est que le gas du zinc est jusqu'à présent celui qui a été trouvé le plus léger, & celui que l'on a pris en conséquence pour servir à l'estimation du poids du gas inflammable le plus pur.

M. Cavendish le croit dans le rapport avec l'air commun, à peu près : : 1 : 12, en supposant l'air commun 800 fois plus léger que l'eau.

Suivant M. Fontana, sa pesanteur spécifique est à celle de l'air commun : : 1 : 15, le barometre étant à une hauteur moyenne, & le thermometre à peu près au tempéré.

MM. Pristley & Kirwan établissent le rapport de 1 : 11.

M. Achard a trouvé que le gas inflammable retiré du zinc par l'acide muriatique, ne pesoit que  $\frac{1}{8}$  de l'air commun, qu'il pesoit  $\frac{1}{2}$  de cet air quand il étoit dégagé par l'acide phosphorique (1).

Le rapport moyen des expériences annoncées par M. Faujas, a été de 5 : 53, en employant également l'acide muriatique (2).

Ayant observé nous-mêmes des variations

(1) Mém. de l'Acad. de Berlin, ann. 1778, pag. 29.

(2) Description des expériences de la machine aérolatitique, &c. pag. 286.

fréquentes & très-considérables dans les différentes pesées du gas inflammable retiré du zinc par le même acide, que nous voulions faire servir comme d'un troisieme terme pour assurer encore nos essais comparés, nous commencâmes à soupçonner que ces variations pouvoient être occasionnées par l'air commun renfermé dans les vaisseaux, qui n'étoit pas expulsé tout d'un coup, comme on l'avoit pensé, mais qui se mêloit au gas dans une sorte de progression relative aux quantités de l'un & de l'autre fluide, & influoit d'une maniere aussi sensible sur la pesanteur des produits, quoique dans aucun temps le mélange ne fût assez considérable pour manifester la présence de l'air commun par la détonnation.

Pour vérifier cette conjecture, nous mîmes dans un grand flacon du zinc réduit en poudre par la trituration à chaud, & de l'acide vitriolique délayé dont nous nous servions habituellement, en assez grande quantité pour fournir en une seule fois environ 800 pouces cubiques de gas inflammable. Au lieu de laisser le flacon débouché quelques instans, suivant ce qui se pratique dans l'espérance d'obtenir le gas plus pur, nous engageâmes tout de suite le siphon sous la cloche de verre, & le gas ayant été reçu successivement en quatre portions séparées, dans des récipients

différens, & ensuite introduit dans le globe de verre à la maniere ordinaire, nous trouvâmes les poids de ces produits dans les rapports suivans avec l'air commun pris pour 1000.

Le premier produit . . . . . 212.

Le second . . . . . 128.

Le troisieme . . . . . 96.

Le quatrieme . . . . . 59.

Ainsi le dernier produit étoit réellement dix-sept fois plus léger que l'air atmosphérique. Ce résultat n'est pas suspect, puisque tous les accidens, toutes les fautes de manipulation auroient plutôt diminué qu'augmenté cette légéreté. Le seul point sur lequel on pouvoit avoir quelque défiance, c'est que l'on n'eût pas laissé passer dans le globe de verre tout le gas qu'il pouvoit contenir, mais nous avons eu l'attention de tenir le robinet ouvert assez long-temps pour que ce fluide se mît parfaitement en équilibre avec la colonne correspondante de l'athmosphère.

On ne fera pas fâché d'apprendre que nous avons observé la même progression dans les différens produits successifs du gas acide méphitique, excepté qu'elle étoit alors en raison inverse, la pesanteur augmentant à mesure que ce gas étoit moins mêlé de l'air des vaisseaux.



Voilà sans doute la véritable cause pour laquelle les auteurs ont varié sur l'estimation de la pesanteur spécifique du gas inflammable, les uns ayant opéré sur les premiers produits plus impurs, les autres sur les derniers. Il en résulte encore que sa légèreté doit être plus grande que ne l'exprime notre quatrième rapport, car nous n'avons pas prétendu avoir atteint le dernier terme de cette progression décroissante.

### *Gas inflammable du fer.*

La pesanteur du gas inflammable du fer a été trouvée par M. Achard, en rapport avec celle de l'air commun :: 355 : 1000, lorsqu'il l'a dégagé par l'acide vitriolique, & :: 583 : 1000, lorsqu'il s'est servi de l'acide acéteux.

(1)

Suivant M. Faujas, le rapport moyen de ce gas obtenu par l'acide vitriolique, est de 7 à 43 ou 163 à 1000 (2).

Nos expériences nous ont donné, toujours avec le même acide vitriolique, les rapports de 154, 185 & 196 à 1000.

(1) Mém. de l'Académie de Berlin, 1778, pag. 29.

(2) Description, &c. pag. 285.

Ces variations peuvent dépendre de quelques causes accidentelles, telles que la qualité du fer, les parties hétérogènes qui s'y trouvent mêlées, & sur-tout la terre martiale en état de chaux qui fournit une portion d'acide méphitique; cependant en écartant tous ces accidens, on concilie encore ces diverses évaluations par le mélange de l'air commun des vaisseaux, qui a lieu dans les dissolutions du fer, comme nous l'avons dit pour celles du zinc, en quantités décroissantes.

Mais il se présente ici d'autres questions non moins importantes. D'où vient que le gas du zinc est constamment plus léger que celui du fer? Le gas inflammable existe-t-il dans un état différent dans les diverses substances métalliques? Quelles sont enfin les matieres qui altèrent ainsi inégalement la pureté? Ces questions tiennent à des points de théorie dont on n'a commencé à s'occuper que depuis quelques années, & qui, malgré les travaux des plus grands Chymistes, ne sont pas encore complètement éclaircis; en attendant qu'ils soient parvenus à mettre des principes démontrés à la place des probabilités, voici celles que nous croyons pouvoir proposer.

Il paroît que le gas inflammable pur est,

comme le dit le célèbre Kirwan, le vrai phlogistique, le principe métallisant. Il est difficile d'en douter, lorsqu'on voit qu'il réduit aussi promptement le minium chauffé dans un tuyau de verre, qu'il suffit de le passer dans l'acide arsenical pour reproduire l'arsenic, qu'il est dégagé de tous les métaux par les acides; qu'il n'y a d'exception que quand l'acide peut s'en emparer, comme il arrive avec l'acide arsenical, ou quand l'acide laisse précipiter en même temps une autre terre métallique qui se l'approprie. Comme il n'y a dans ces deux cas aucun produit gazeux, il est naturel de penser que tout le produit gazeux des autres dissolutions se fixe dans la nouvelle combinaison pour régénérer le métal.

Cependant il y a des circonstances où les affinités du gas inflammable paroissent différentes de celles du phlogistique pur. Par exemple, le gas inflammable agité dans l'eau-forte ne produit pas l'acide nitreux fumant, il ne teint pas en bleu les dissolutions vertes du cuivre, &c. &c. On peut donc croire que le phlogistique est modifié ici par la présence de quelqu'autre matiere; mais quelle est cette matiere qui ne se montre que quand le phlogistique est rendu libre, qui disparoit quand il est aussi-tôt repris que dégagé? Nous n'en voyons pas d'autre que la matiere de la cha-

leur, ce principe qu'on peut appeller *calorifique*, qui existe dans les corps indépendamment du phlogistique, & dans des proportions qui n'ont entr'elles aucune correspondance, (1) qui a lui-même ses affinités propres, & qui traverse facilement les vaisseaux lorsqu'il n'est engagé dans aucune base. Le gas inflammable fera donc le phlogistique pur mis en état gazeux par sa combinaison avec le principe calorifique: c'est l'hypothèse de Mr. Kirwan. Mais, dans ce systême, le gas inflammable n'est pas moins un corps identique, lorsqu'il est pur; l'augmentation de pesanteur sous un même volume, nous force dès-lors d'en chercher la cause dans les matieres qui peuvent lui être accidentellement unies, & il nous semble qu'on peut en admettre de deux espèces.

D'abord il est certain que le gas inflammable, lors même qu'il a été passé par l'eau, retient toujours une portion de l'acide qui a servi à le dégager: on a eu l'occasion de s'en convaincre à la séance du Cours de Chymie de cette année, où MM. les Commissaires ont fait brûler sous la cloche le gas inflammable avec l'air vital, à la maniere de M. Lavoisier.

---

(1) *Analyse du fer* par M. Bergman.

L'eau qui s'est trouvée après l'opération sur le mercure, rougissoit sensiblement le papier bleu.

D'autre part, il est possible que le gas inflammable emporte avec lui & retienne par affinité quelques molécules infiniment subtiles du métal dissous; cela n'est pas plus difficile à croire que la présence bien démontrée du quartz dans le gas acide fluorique, du fer dans le gas nitreux, &c. &c.

Cela posé, on sent combien on est éloigné de connoître toute la légéreté du gas inflammable pur; mais il sera facile d'expliquer pourquoi sa pesanteur varie dans les divers procédés employés pour le dégager du même métal par différens acides, ou de différens métaux par le même acide, puisque les produits seront dans tous ces cas de nouveaux composés, qui participeront nécessairement des propriétés des parties composantes & des doses inégales dont l'union sera déterminée par le plus ou le moins d'affinité.

*De gas inflammable obtenu sans le secours des acides.*

La quantité de gas inflammable nécessaire pour remplir un Ballon, devenant un objet de dépense très-considérable, il étoit très-

important de rechercher les moyens de l'obtenir à moins de frais ; c'étoit même une des conditions les plus essentielles , en supposant que l'on ne parviendroit pas à former des enveloppes capables de le contenir sans perte ou sans altération : nous avons en conséquence multiplié nos expériences à ce sujet.

Nous savions que M. Priestley avoit dégagé du gas inflammable du fer , de l'étain & du zinc , par la seule calcination ; qu'il en avoit obtenu du mélange de limaille de fer & de craie , par la voie sèche ; que M. de Laffone en avoit recueilli pendant la réduction du zinc par le charbon , & en traitant de même le bleu de prusse avec le charbon dans un canon de fusil ; que le même Académicien avoit produit ce gas en faisant attaquer le zinc ou le fer par l'alkali caustique ; que les charbons éteints sous une cloche de verre remplie d'eau, en avoient donné à M. Fontana, & que l'inflammabilité de la vapeur de l'héparalin avoit été reconnue par MM. Rouelle & Meyer : mais dans tous ces procédés , ou les produits sont foibles , ou les matieres d'un trop haut prix ; il en est de même de tous ceux que l'analogie paroît indiquer d'après ces observations ; & les tentatives que nous avons faites pour obtenir ce gas des métaux les plus communs , en les traitant avec des

sels neutres, n'ayant eu aucun succès, nous avons porté nos vues sur les gas inflammables dégagés par la distillation des matieres végétales & animales.

Nous allons donner ici les résultats de ces essais, en suivant l'ordre de légéreté, ou plutôt de moindre pesanteur spécifique des produits, & indiquant en peu de mots la maniere de les obtenir & de les purifier.

*Gas inflammable de la racine tubéreuse  
du solanum esculentum.*

Tous les végétaux fournissent en quantité du gas inflammable pendant leur distillation, mais il s'en faut bien qu'il soit pur; il est non seulement toujours mêlé d'autres fluides aériformes, il retient encore probablement quelques portions des autres produits plus grossiers, qui sont volatilisés par le feu. Cela n'empêche pas que ce gas ne soit quelquefois détonnant, sur-tout lorsqu'on le mêle avec trois ou quatre fois son volume d'air commun.

Plus le gas inflammable est pur, plus il est détonnant; c'est une vérité que la théorie nous avoit fait pressentir, & que nous avons vu confirmée par un grand nombre d'observations: cependant il ne faut pas se presser de conclure la légéreté d'un gas de cette seule

circonstance ; indépendamment de ce qu'il n'est pas facile d'en saisir la nuance , on verra que l'intensité de cette propriété varie autant par la nature que par les proportions des mélanges aériformes.

Nous avons distillé dans une cornue de fer, la racine tubéreuse du *solanum esculentum* ( vulgairement *pomme de terre* ) ; au bec de la cornue étoit adapté un tuyau de verre courbé, engagé sous une cloche renversée & pleine d'eau. Cette distillation a produit une quantité très - considérable de gas , pour la plus grande partie inflammable.

Passé dans l'eau de chaux , & mêlé avec moitié d'air commun , il a détonné presque comme le gas du fer.

Ce gas inflammable pesé comme les autres dans le globe de verre , s'est trouvé avec l'air commun dans le rapport de 10 à 39 , ou en ramenant cette proportion aux termes que nous avons cru devoir adopter pour rendre la comparaison plus facile :

Dans le rapport de 256 : 1000.

La fécule de cette racine & sa pulpe traitées séparément à la distillation , ont fourni constamment un gas de même nature , c'est-à-dire , aussi détonnant & aussi léger , après avoir été passé par l'eau de chaux.

Il est aisé de voir que l'eau de chaux est employée



employée ici pour absorber le gas acide méphitique ou air fixe, qui a passé à la distillation pneumatique avec le gas inflammable ; ou plutôt pour rendre cette séparation plus prompte & plus complete, car il est certain qu'elle s'opéreroit de même à la longue par le seul contact des produits gazeux avec l'eau de la cuve & des récipients.

Cependant le gas restant étant encore plus pesant que le gas des métaux, nous jugeâmes que ce n'étoit pas seulement le gas méphitique qui altéroit sa pureté ; nous avons déjà soupçonné l'affinité des huiles avec le gas inflammable, & cette conjecture s'étoit vérifiée d'une maniere bien sensible par deux observations dont nous avons déjà eu occasion de parler.

La premiere est, que toutes les fois que nous introduisons dans le globe de verre un gas inflammable retiré par distillation, sa surface intérieure paroïssoit grasse, quoique le gas eût été recueilli long-temps auparavant, & qu'il eût été lavé ou même brassé dans plusieurs eaux froides ; ce n'étoit donc pas seulement la chaleur qui tenoit cette huile en dissolution.

La seconde observation est que le globe de verre ayant été ainsi obscurci par le gas in-

flammable des végétaux, il ne changeoit plus, soit qu'on y fit le vuide, soit qu'on y fit passer de nouveau gas de même nature, ou même de l'air commun, au lieu qu'il redevenoit transparent, comme auparavant, à l'instant que l'on y faisoit passer du gas inflammable du zinc. Les Chymistes savent très-bien qu'on ne parvient à nettoyer les vaisseaux qu'en y portant les dissolvans propres des matieres qui les salissent.

On peut ajouter à ces deux faits, celui qui a été observé par M. Volta, que le gas inflammable des métaux, lorsqu'il est dégagé par des acides qui recellent le principe huileux, tels que les acides acéteux, citronien, &c. devient lui-même lent à brûler, & donne une couleur semblable à celle du gas produit par la distillation (1).

Enfin, nous avons fait digérer à une douce chaleur le gas inflammable du zinc, dans un matras, au fond duquel nous avons mis une once d'huile d'olive, & dont le col portoit une vessie pour donner de l'espace au fluide expansible : l'huile a noirci très-prompement, & le gas s'est trouvé, après l'opération, sensiblement moins détonnant.

---

(1) Journ. phys. tom. XII, pag. 369.

Nous avons tenté divers moyens pour débarrasser le gas de la distillation de cette portion huileuse.

1°. Au lieu d'une cornue, nous avons employé un vaisseau en forme de cucurbite, portant à son chapiteau un tuyau perpendiculaire très-élevé, présumant que l'huile ne monteroit pas aussi facilement, qu'en retombant elle se décomposeroit & augmenteroit encore la quantité du gas inflammable; le produit a été en effet un peu plus considérable, mais son poids étoit le même à volume égal: ce n'est pas l'huile qui passe dans le récipient qui altere le gas, c'est celle qui est rendue aériforme par son union au gas.

2°. Il étoit connu par les expériences de l'infatigable Priestley, que le gas inflammable n'éprouvoit aucune altération de la plus forte chaleur dans les vaisseaux clos; on pouvoit donc espérer de rôtir l'huile qui lui étoit adhérente, & de le rendre ainsi plus sec sans le détruire: nous adaptâmes pour cela au bec de la cornue & même au tuyau de la cucurbite dont il a été fait mention précédemment, un canon de fusil, qui traversant un fourneau rempli de charbons ardents, étoit toujours entretenu au rouge blanc. Ce gas fut reçu comme à l'ordinaire, dans l'eau de chaux;

il parut d'abord détonner plus fortement avec une moindre quantité d'air commun, mais la légèreté ne fut pas sensiblement augmentée; peut-être que l'effet seroit plus marqué, si, au lieu d'un tuyau droit, où le fluide passe trop rapidement, on employoit des tuyaux circulans dans le foyer du fourneau.

3°. Nous avons essayé de fixer ou du moins de retenir l'huile dans la cornue jusqu'à une décomposition plus complète, en mêlant les matieres végétales ou animales avec des terres & sels terreux, tels que la chaux, l'argille, le gypse; la chaux vive en poudre est ce qui nous a le mieux réussi, le gas n'a pas été sensiblement amélioré par les autres mélanges.

4°. Au lieu d'une simple eau de chaux pour absorber le gas acide méphitique, nous avons imaginé de remplir la cuve & les récipients de lait de chaux dans l'espérance qu'il agiroit aussi sur l'huile, & pourroit la séparer du gas inflammable en la mettant en état de savon. L'effet en a été très-avantageux dans quelques opérations où le produit huileux n'étoit pas assez abondant pour émousser son action, la liqueur prenoit réellement une qualité savonneuse, & le bas prix de cette matiere nous a déterminé à l'employer.

5°. Il y a d'autres substances qui ont en-

core de l'affinité avec les huiles qui les attaquent plus vivement, nous crûmes devoir en faire l'essai, quand il ne serviroit qu'à éclaircir ce point de théorie : nous reçûmes en conséquence le gas de la distillation dans l'eau de chaux chargée successivement d'alkali caustique, de savon, d'alun, de vitriol de mars, d'acide vitriolique & d'acide nitreux. L'alkali & le savon manifesterent constamment l'action la plus efficace ; mais le passage rapide ne suffisoit pas, il falloit laisser séjourner quelque temps le gas inflammable à la surface de ces liqueurs, ou du moins les agiter. Un gas non détonnant, quoique recueilli dans l'appareil au lait de chaux, étant brassé quelques minutes dans une de ces liqueurs, ou simplement dans une nouvelle eau de chaux, devenoit aussi-tôt fortement détonnant.

Cependant, malgré toutes ces rectifications, ces gas n'ont pu acquérir la même légèreté que le gas inflammable des métaux, & l'on n'en sera pas étonné, si l'on fait attention qu'indépendamment d'une dernière portion huileuse qui peut y adhérer très-fortement, ils sont encore nécessairement mêlés à une certaine quantité d'air nuisible ou phlogistique, & se trouvent à cet égard dans la même condition que le gas inflammable des marais.

En effet , les gas produits par la distillation & par la putréfaction , étant toujours chargés originairement d'une quantité plus ou moins considérable de gas acide méphitique , on peut bien le séparer en lui présentant des corps avec lesquels il ait plus d'affinité ; mais il laisse ici , comme dans toutes les opérations de ce genre , un air résidu que l'eau ne peut absorber , & qui n'a plus les propriétés de l'acide méphitique ou air fixe , en un mot , un véritable air nuisible ou phlogistiqué. Or , comme il n'y a jusqu'à présent aucun moyen connu de séparer ce fluide du gas inflammable , cette circonstance paroît mettre un terme à nos recherches , du moins jusqu'à ce qu'on ait acquis de nouvelles lumieres , & ne nous laisser que la faculté de choisir dans les gas de la distillation , ceux qui se trouvent naturellement contenir une moindre quantité d'air nuisible.

### *Gas inflammable du maïs.*

Le maïs ou bled de turquie , traité à la distillation de la maniere ci-devant décrite , a fourni une grande quantité de gas inflammable , qui , recueilli dans la cuve chargée de lait de chaux , détonnoit assez vivement , & qui s'est trouvé avec l'air commun :

Dans le rapport de 323 : 1000.

*Gas inflammable du bled, &c.*

Suivant les expériences de M. Achard (1), le gas inflammable retiré des substances végétales, & nommément de l'orge, par le moyen du feu, est aussi pesant que l'air commun; mais ce Chymiste ne faisant mention d'aucune manipulation, d'autre intermède pour en séparer l'huile, ni même le gas acide méphirique; toujours mêlé en quantité dans les produits aériformes de ces distillations, nous n'avons pas cru devoir négliger l'essai des substances analogues qui pouvoient se trouver à un certain prix, nous avons en conséquence distillé dans notre appareil ordinaire le son des amidonniers, le son & la paille du froment.

Le gas inflammable obtenu de la paille s'est trouvé le plus lourd & seulement dans le rapport de 555; celui du son ordinaire :: 476; celui du son des amidonniers le plus léger, & sa pesanteur spécifique étoit à celle de l'air commun :

Dans le rapport de 323 : 1000.

---

(1) Mémoires de l'Académie de Berlin, ann. 1778, pag. 29.

*Gas inflammable du charbon de terre.*

Le charbon de pierre a été distillé de même dans la cornue de fer, & le gas recueilli dans des récipiens dont l'eau, ainsi que celle de la cuve, étoit chargée de lait de chaux & de potasse, il s'est trouvé avec l'air commun :

Dans le rapport de 370 : 1000.

On ne peut douter que l'alkali rendu caustique par la chaux, a concouru à retenir une portion de l'huile volatilisée par le gas, puisque le même gas purifié seulement par le lait de chaux, & après y avoir séjourné deux jours entiers, n'étoit que dans le rapport de 417 : 1000.

*Gas inflammable de la gomme arabique.*

La gomme arabique distillée de même, a donné un gas qui, recueilli dans la cuve chargée de lait de chaux, étoit détonnant, & dont la pesanteur spécifique étoit à celle de l'air commun :

Dans le rapport de 400 : 1000.

*Gas inflammable du sucre brut.*

Ayant traité de la même manière le sucre brut ou cassonade, & fait passer le gas par



le mélange de potasse & de lait de chaux, il s'est trouvé avec l'air commun :

Dans le rapport de 400 : 1000.

*Gas inflammable du tartre, &c.*

Le tartre de vin, la lie sèche & le marc de raisin, ont été soumis à divers essais pour en retirer un gas inflammable léger; ces matières nous avoient paru devoir principalement fixer notre attention, parce qu'indépendamment de ce qu'elles sont assez communes, l'opération par laquelle on en auroit tiré le gas, en auroit augmenté plutôt que diminué la valeur, puisqu'on est obligé de les brûler pour en retirer l'alkali, & qu'après la distillation, une légère calcination du résidu à l'air libre lui eût donné la qualité que l'on desire dans le commerce; de sorte que ce résidu auroit payé & au delà la matière première & la main-d'œuvre.

Le succès n'a pas répondu à ces vues économiques : le gas du marc de raisin sec n'étoit qu'une fois plus léger que l'air commun.

Le gas du tartre recueilli & même brassé dans le lait de chaux, n'étoit encore que dans le rapport de 555 : 1000.

Lorsque le tartre a été mêlé avant la dis-

tillation, avec la chaux vive en poudre, le gas s'est trouvé avec l'air commun :

Dans le rapport de 417 : 1000.

*Gas inflammable de l'huile.*

Les huiles les plus pesantes, traitées à la distillation suivant la méthode ordinaire, ne donnent que très-peu de gas, parce qu'elles passent avant de se décomposer; nous avons pensé que l'on pourroit hâter cette décomposition en projetant l'huile goutte à goutte dans des vaisseaux chauffés au rouge, & le succès a passé nos espérances pour la quantité du produit.

Ayant jeté successivement de l'huile d'olive par la tubulure d'une cornue de fonte chauffée au rouge presque blanc, il s'est dégagé à chaque fois une prodigieuse quantité de gas inflammable, qui, étant recueilli & lessivé dans le lait de chaux, s'est trouvé avec l'air commun :

Dans le rapport de 555 : 1000.

Toutes les fois qu'on a répété cette expérience, on a trouvé, après l'opération, au fond de la cornue plusieurs globules de fer fondu, dont quelques-uns avoient la grosseur d'un grain de chenevis; circonstance qui nous paroît d'autant plus digne d'attention, qu'elle

L'ACADÉMIE DE DIJON.

annonce que le métal n'a point été calciné, & que le gas inflammable n'étoit pas le produit de cette calcination, comme on pouvoit le penser à cause du degré de chaleur qu'exige cette décomposition subite de l'huile.

Suivant M. Neret (1), le gas inflammable huileux, comme celui des marais, ne fait explosion qu'avec l'air vital ou déphlogistiqué, & jamais avec l'air commun, dans telles proportions que soit le mélange, & c'est une pierre de touche pour le distinguer du gas des métaux. Nous avons déjà rapporté plusieurs observations contraires à ce principe, puisque cet Auteur applique le nom de gas inflammable huileux à tous ceux qui sont tirés des matières végétales & animales. Mais nous pouvons affurer que le gas tiré de l'huile même, & purifié dans le lait de chaux, a détonné sensiblement, en le mêlant seulement à trois parties d'air commun. On peut juger par-là de l'effet de cette espèce de rectification, puisque M. de Volta avoit cru qu'il falloit jusqu'à douze parties d'air commun pour faire détonner le gas huileux, & que M. Barbier de Tinan assure n'avoir eu d'explosion qu'en employant sept parties (2).

---

(1) Journ. phys. tom. XIV, pag. 132.

(2) Journ. phys. tom. XV, pag. 145.

*Gas inflammable de la corne.*

La corne de pied de cheval, traitée à la distillation, a fourni un grande quantité de gas inflammable, qui a détonné foiblement avec trois parties d'air commun, lorsqu'il eut été agité dans le lait de chaux, & dont la pesanteur spécifique avec l'air atmosphérique, étoit :

Dans le rapport de 555 : 1000.

*Gas inflammable du bois.*

On avoit souvent observé au laboratoire de l'Académie, en préparant l'acide lignique, qu'il se dégagoit beaucoup de gas inflammable dans cette opération. Ce procédé eût été sans doute un des plus économiques, puisque nous avons reconnu qu'une livre de copeaux de hêtre fournissoit 840 pouces cubiques de gas passé dans le lait de chaux; mais il avoit peu de légéreté, étant avec l'air commun :

Dans le rapport de 625 : 1000.

Le bois blanc en a donné aussi en quantité, mais dont la pesanteur étoit dans le même rapport.

*Gas inflammable des marons d'inde.*

Le fruit du marronnier d'inde (*hippocastanum*)

traité à la distillation, a fourni un gas inflammable non détonnant, dont la pesanteur spécifique étoit à celle de l'air commun :

Dans le rapport de 714 : 1000.

La chaux vive & le gypse en poudre, mêlés successivement aux marrons dans la cornue, n'ont pu améliorer sensiblement le produit.

*Gas inflammable dégagé des charbons par le nitre.*

On tient assez généralement que la projection du nitre sur les charbons ardents, purifie l'air en y portant une grande quantité d'air pareil à celui qu'on obtient de la distillation du nitre, c'est-à-dire de l'air vital. L'un de nous ( M. Chauffier ) ayant communiqué à l'Académie une observation de laquelle il résultoit que le fluide aériforme produit par cette déflagration, n'étoit pour la plus grande partie que du gas inflammable & du gas acide méphitique, nous crûmes devoir faire l'essai de son procédé.

On mit des charbons bien allumés dans un grand vaisseau de terre; on plaça ce vaisseau sur un support, au milieu d'un bacquet rempli d'eau, jusqu'à la hauteur d'un pouce au dessous du bord du vaisseau de terre; on projeta sur

les charbons du nitre en poudre, & on couvrit aussitôt ce vaisseau avec une grande cloche de verre qui fut enfoncée jusques dans l'eau du bacquet.

L'eau s'éleva subitement dans la cloche, elle éteignit les charbons, & s'étant arrêtée à quelques lignes au dessus, le fluide aëriiforme renfermé dans la partie supérieure, se trouva très-inflammable (1), même un peu détonnant, lorsqu'il eut été lessivé dans le lait de chaux qui en absorba une partie; mais son poids étoit à celui de l'air commun :

Dans le rapport de 769 : 1000.

Ce rapport vérifie à la fois, & l'observation de M. Chauffier, de l'air rendu nuisible par la déflagration du nitre sur les charbons ardens, & la raison que nous avons donnée précédemment de la plus grande pesanteur du gas inflammable de la distillation, même après la rectification qui lui enleve l'acide méphi-

(1) M. Fontana avoit déjà retiré du gas inflammable des charbons, en les éteignant l'un après l'autre sous une cloche de verre remplie d'eau (*Treatise on the natur of air*, &c. par M. Cavallo, chap. 4); mais il n'obtenoit, de cette manière, que quelques bulles de ce gas, au lieu que l'on le recueille ici très-prompement, & en très-grande quantité.

tique ; car il est évident que ce n'est ni l'air commun qui se trouve sous la cloche , ni bien moins encore de l'air vital ( 1 ) produit par le nitre , qui augmente le poids du gas de cette opération , puisque ces fluides manifesteroient leurs propriétés ordinaires , en convertissant l'inflammation simple en détonnation : c'est donc véritablement de l'air nuisible ou phlogistique.

Ce procédé de M. Chauffier nous a donné l'idée d'essayer si par le moyen du nitre , on ne parviendroit pas aussi à dégager le gas des métaux : nous avons fait rougir dans un creuset de petits barreaux de fer , nous y avons projeté du nitre , & nous y avons mis sur le champ un couvercle ajusté & portant le siphon pneumatique ; il a fallu augmenter le feu pour obtenir un peu de gas qui n'étoit ni détonnant , ni même inflammable.

### *Gas inflammable du suif.*

Nous avons enfin recueilli le fluide aériforme qui se dégage pendant la distillation du suif , & dont nous avons bien reconnu l'inflamma-

---

(1) La pesanteur spécifique de l'air vital , est à celle de l'air commun , suivant nos expériences : : 26 : 25.

bilité en préparant l'acide sébacé à la manière de M. Crell, & il s'est trouvé plus pesant que l'air commun :

Dans le rapport de 1100 : 1000.

Lors même que nous avons eu la précaution de mêler la chaux vive au suif dans l'acte de la distillation, & de rectifier le produit gazeux, en le brassant fortement dans le lait de chaux.

### *Conclusion de la seconde partie.*

D'après ces expériences, trois sortes de gas doivent fixer principalement l'attention de ceux qui veulent élever des aérostats par le moyen du gas inflammable.

*Le premier* est celui de la racine tubéreuse du *solanum*, qui est près de quatre fois plus léger que l'air commun, qui l'emporte de beaucoup à cet égard sur tous les autres gas inflammables produits par la distillation, parce qu'il est naturellement moins mêlé d'air nuisible ou phlogistique, & qui conservera probablement cet avantage, tant que l'on ne découvrira pas un moyen de séparer l'air nuisible du gas inflammable, ce que l'on ne peut guere espérer dans l'état actuel de nos connoissances.

Ce gas inflammable sera très-économique.

Un



Un pied cube de pommes de terre, qui se vend ordinairement 30 à 35 sols, fournira en moins d'une heure & demie, plus de 160 pieds cubes de ce gas bien purifié. Il n'exigera d'autre dépense que celle des cornues une fois faite, ainsi que de l'appareil pour le recueillir & le rectifier, & à peu près un pied cube de charbon par heure, pour entretenir le fourneau quand il est échauffé.

A la vérité on sera obligé de donner au Ballon un peu plus de volume que si on employoit le gas du fer, de le porter, par exemple, de 27 à 31 pieds de diametre, pour obtenir la même force d'ascension; mais l'augmentation de l'enveloppe ne sera jamais un objet bien considérable; & comme trois pieds cubes de ce gas ne coûteront pas seulement le tiers de ce que valent deux pieds cubes de gas du fer, même dans les fabriques d'acide vitriolique, il y aura encore une grande économie.

Le *second*, dans l'ordre de légéreté, est le gas dégagé du fer par l'acide vitriolique; on peut, sans crainte d'erreur, l'estimer au 6<sup>o</sup>. du poids de l'air qu'il déplace, lorsque l'opération a été bien conduite; mais il devient très-cher à cause de la quantité d'acide vitriolique nécessaire pour le dégager, malgré l'état de perfection auquel ces fabriques ont

été portées en France depuis quelques années, & qui a fait baisser de près de moitié le prix de cette marchandise : en Bourgogne & dans la plupart des Provinces, il faut y ajouter les frais de transport. Le vitriol de mars, ou conperose verte qui reste après l'opération, recueilli avec toutes les précautions possibles pour n'en point perdre & pour lui donner toute la valeur dont il est susceptible, paie à peine le 7<sup>e</sup>. de l'acide ; en un mot, cette dépense paroitra toujours excessive lorsqu'on considérera que le produit ne dure que quelques heures, qu'il est destiné à être reçu dans des enveloppes qui ne le conservent point, & que jusqu'à présent on n'est parvenu à les remplir qu'en y portant à la fois une plus grande quantité de gas qu'elles n'en perdent dans le même temps.

Le *troisième* gas propre aux machines aérotatiques, est celui que l'on tire du zinc par l'acide vitriolique (1) ; il est le moins pesant de tous les fluides connus, on peut estimer son poids dans les opérations en grand au 12<sup>e</sup>. de l'air qu'il déplace. Ce gas est aussi le

---

(1) Nous ne parlons pas de celui qu'on dégage par l'acide muriatique, parce que cet acide coûte plus, trouve moins facilement en quantité, & ne donne pas le gas inflammable plus léger.

plus cher, puisque ce n'est plus seulement l'acide qui devient un objet considérable, mais le métal lui-même qui coûte sept ou huit fois autant que le fer. On verra dans la suite les raisons qui nous ont engagé à en faire usage.

Le résidu de l'opération est à la vérité plus précieux que celui de la dissolution du fer, c'est le vitriol de zinc que l'on nomme dans le commerce, couperose blanche; avec un peu de soin on obtient ce sel en quantité, & beaucoup plus pur que celui qu'on tire de Hollande, & qui se vend de 80 à 85 liv. le quintal à Rouen, mais il ne s'en fait pas à beaucoup près une aussi grande consommation que du vitriol de mars.

D'après cela il est naturel de penser qu'on ne fera guere usage du gas du zinc, que lorsqu'on aura réussi à construire des Ballons qui ne perdent pas, & qui, une fois remplis, puissent servir très-long-temps: comme il ne s'agira alors que d'une premiere dépense, il deviendra précieux par la facilité qu'il donnera de diminuer les dimensions de la machine, en lui conservant la même force d'ascension.

Il nous reste, pour compléter cette partie, à indiquer les procédés qui nous ont paru les plus avantageux pour dégager & recueillir ces trois espèces de gas; nous ne croyons pas

pouvoir mieux remplir cet objet qu'en rapportant ici les instructions que nous avons rédigées d'après des essais préliminaires pour diriger la suite des opérations, & qui ont été corrigées sur les observations que nous avons eu occasion de faire dans l'exécution.

*Instruction sur la maniere de dégager le gas inflammable de la racine du solanum.*

Pour obtenir ce gas dans toute sa pureté, & ne pas s'exposer à perdre la moitié du produit, voici les précautions que l'on doit prendre.

1°. Il faut de bonnes cornues de fer coulé de forme ovoïde, de 28 pouces de hauteur intérieure, & 16 pouces pour le petit diamètre, portant dans le haut un collet un peu évaïé, de 5 pouces d'ouverture; on en voit la coupe A, *fig. 6*. Ces cornues doivent avoir au moins  $\frac{1}{2}$  pouce d'épaisseur dans le fond, & 3 lignes dans le surplus.

Nous les avons fait faire avec deux ouvertures, l'une en haut pour les charger, l'autre en forme de col incliné (*b fig. 6*), ce qui les faisoit ressembler exactement à des cornues tubulées: mais, indépendamment des défauts de la coulée de ces vaisseaux, nous avons reconnu qu'il seroit plus avantageux de

supprimer ce tuyau latéral, & d'adapter un canal à la piece qui ferme l'ouverture supérieure.

Cette piece doit être usée à l'émeri dans son collet, & ce collet garni d'un cercle de fer portant deux anses, avec vis de pression sur le couvercle, comme le digesteur de Papin.

Il faut avoir vu, comme nous, avec quelle force le couvercle est soulevé par les vapeurs, pour sentir toute l'importance de ces précautions, il n'y a aucune espèce de lut qui résiste.

2°. On doit se garder d'élever ce vaisseau sur des barreaux, comme les cornues ordinaires, la distillation se faisant à sec sur la fin, on le fondroit très-promptement. Il convient donc de mettre simplement ces vaisseaux sur des tourtes de fer *c* d'une largeur proportionnée, comme on le pratique pour les creusets, & de fermer les cendriers, pour ne donner le grand feu que par degrés, & toujours en commençant par le dessus.

Lorsque l'opération se fait en plein air, il ne faut ni dôme ni cheminée; quelques briques mobiles posées à plat sur le fourneau, & portant un peu au dessous du collet, suffisent pour concentrer & réverbérer la flamme.

3°. Le premier tuyau recourbé B, doit être

aussi de fonte coulée avec le couvercle & les autres tuyaux de cuivre soudé en soudure forte, encore faudra-t-il les rafraîchir de temps en temps avec des éponges imbibées. Les autres fondures couleroit infailliblement.

4°. Une autre attention bien importante, est non-seulement de donner à ces tuyaux une largeur convenable, comme de 20 lignes de diametre pour le moins, en suivant les proportions ci-dessus, mais de ne pas tenir trop d'eau dans la cuve où est plongé le tonneau servant de récipient, parce que la compression que son poids feroit éprouver à l'air qui y seroit passé, réagiroit contre les vapeurs, elles se feroient jour avec impétuosité par toutes les parties foibles du tuyau, & briseroient les luts des jointures.

Il faut cependant de l'eau & en quantité, soit pour condenser les vapeurs blanches qui s'élevent sur-tout dans le commencement de la distillation, soit pour absorber l'acide méphitique ou air fixe; car quoique ce végétal en donne moins, il en fournit cependant assez, non-seulement pour rendre le gas sensiblement moins léger, mais encore pour lui ôter la vertu de détonner avec l'air commun. C'est ce que nous avons éprouvé un grand nombre de fois. Le gas obtenu des pommes de terre

sans avoir traversé une colonne d'eau suffisante, pesoit environ les  $\frac{2}{3}$  de l'air atmosphérique; il ne détonnoit nullement avec l'air commun; agité dans un vase où l'on avoit introduit quelques gouttes d'eau de chaux, il reprenoit sur le champ sa légèreté, & détonnoit comme celui du fer.

Le plus sûr seroit sans contredit de recueillir ce gas dans des tonneaux ou autres plus grands vaisseaux, où on laisseroit entrer une couche de 1 ou 2 pouces de bon lait de chaux, & qu'on agiteroit en les roulant pendant deux heures; mais ce grand nombre d'énormes vaisseaux, qui deviendroit peu dispendieux pour un atelier qui en feroit souvent usage, est trop cher, & même trop embarrassant pour une seule expérience; voici les moyens qui nous ont paru suffisans pour concilier tous les avantages qu'on peut desirer.

Le siphon qui porte le gas sous le récipient pneumatique, doit être terminé par une poëte d'arrosoir C, le plus près du fond de la cuve qu'il est possible, afin de diviser la vapeur, de multiplier les points de contact avec le liquide, & de s'assurer que le récipient étant plein de gas, l'ajutage sera toujours sous l'eau.

Cette eau doit être chargée d'un bon lait

de chaux, que l'on aura eu soin de faire fuser un instant auparavant; car si on jetoit la chaux en pierre dans la cuve, elle fourniroit en fufant un peu d'air phlogiftiqué, il n'est pas befoin de dire que ce doit être de la chaux vive en pierre.

Cette eau doit être changée de temps en temps, on reconnoît qu'elle a perdu fa vertu lorsqu'elle ne rougit plus le papier coloré en jaune par le curcuma; on ne doit pas même attendre qu'elle n'y faffe plus aucune imprefion; car comme elle est deftinée à abforber & à fixer l'acide méphitique qui la traverse rapidement, on sent qu'elle en doit être affez chargée pour lui offrir par-tout des points de contact très-multipliés.

Le récipient doit être furmonté d'un robinet D, que l'on laiffe fermé jufqu'à ce qu'il foit rempli, ce qui donné aux vapeurs le temps de fe condenser, & favorife auffi l'abforption de l'acide méphitique par la compression.

Pour hâter encore la condensation & l'abforption, il faut placer au fond de la cuve, une pompe E dont le corps foit toujours plongé fous l'eau, dont l'ajutage F foit à 4 ou 5 pouces au deffus du bord du récipient, & qui ait fes foupapes difpofées de maniere qu'elle ne puiſſe jamais ramener le gas, mais au contraire



qu'elle prenne l'eau à chaque coup de piston, & la pousse ensuite avec force, à travers le gas, & contre la partie supérieure du récipient. Quelques coups de piston remplaceront ainsi très-bien l'agitation, parce que l'eau retombe en pluie, & saisit les parties d'acide méphitique, qui auroient pu échapper, mais on sent que cette pompe doit être poussée avec vivacité, lorsqu'elle refoule, autrement elle ne produiroit qu'un simple bouillon, & l'effet seroit manqué. Si l'on pensoit que l'on ne dût pas s'en rapporter à cet égard aux ouvriers, il seroit facile de prévenir cet inconvénient, en établissant le jeu de la pompe sur une bascule chargée à son extrémité des poids nécessaires pour imprimer au piston G la vitesse qu'on desire; de sorte qu'après avoir élevé ces poids par leurs efforts sur le levier opposé, les ouvriers n'auroient plus qu'à abandonner la machine à sa propre force.

Enfin, rien n'empêche de faire passer le gas sous un autre grand récipient H posé de la même manière, dans une cuve également remplie de lait de chaux, renouvelé de temps en temps, par le moyen du siphon recourbé I, aussi terminé en pomme d'arrosoir, & fixé de manière à être toujours sous l'eau. On seroit alors bien sûr de ne porter dans le Ballon qu'un gas sec, privé de toute vapeur aqueuse,

& d'acide méphitique; c'est l'objet le plus important, & pour lequel on ne doit rien négliger.

Il ne faut pas dissimuler cependant que cette dernière pratique si sûre, & peut-être même nécessaire, entraîne des difficultés dans l'exécution. Nous avons éprouvé que le gas ne passoit qu'avec la plus grande peine, d'un tonneau dans l'autre, sur-tout lorsque la seconde cuve étoit chargée d'une certaine quantité d'eau, ce qui est pourtant nécessaire. Nous imaginâmes, pour faciliter cette opération, de rendre le premier récipient mobile, & de l'abaisser avec force dans l'eau, mais six hommes en venoient à peine à bout, & souvent le gas sortoit avec violence sous les bords inférieurs de ce premier récipient, plutôt que de passer dans la seconde cuve.

A la vérité les deux cuves étoient alors sur le même plan, au lieu que dans nos essais préliminaires, la dernière se trouvoit plus élevée; on aura donc le même avantage en plaçant les cuves & même le fourneau sur des plans différens, comme nous l'avons fait représenter dans la *figure 6*, ce qui n'occasionnera que la dépense de quelques madriers, & d'un échafaud léger, pour soutenir le Ballon à la hauteur nécessaire.

Mais dans tous les cas, il y a une manière

facile de simplifier cette manipulation, en la rendant même encore plus avantageuse à l'objet principal, c'est-à-dire, à la purification du gas. Elle consiste à adapter au dessus du robinet du premier récipient, la soupape d'un bon soufflet, *figure 7*, bien assujetti, pour qu'on puisse le faire jouer sans le déranger, & portant à sa donelle le siphon de la seconde cuve. Pour plus de sûreté, on pourroit encore placer dans la donelle une soupape qui se fermeroit quand on leveroit l'ais supérieur. Lorsque ce récipient est plein, ou à peu près, un ouvrier chargé de ce travail, ouvre le robinet, élève & abaisse alternativement le soufflet, jusqu'à ce qu'il ait fait passer tout le gas de cette cuve dans l'autre, ce dont il est aisé de s'appercevoir, parce que l'eau de la cuve descend à mesure que le récipient se vuide d'air. Cette mécanique peu dispendieuse, nous a été très-utile pour vuider notre Ballon d'air commun, sans le froisser, & de gas, sans en perdre. Nous n'avons pas besoin de faire observer que l'augmentation de frais occasionnée par toutes ces manipulations, n'est exactement rien en comparaison du prix des matieres auxquelles on seroit obligé de recourir pour obtenir le gas par dissolution.

6°. La distillation des pommes de terre fournit sensiblement moins d'huile que les au-

tres végétaux ; cependant elles en donnent encore assez pour graisser promptement la liqueur de la cuve , & émousser l'action de la chaux vive qui doit enchaîner l'acide méphitique. Nous avons paré à cet inconvénient, en mêlant les pommes de terre elles-mêmes, avec un quart de chaux vive pulvérisée avant de les mettre dans la cornue. Cette chaux ayant été bien mêlée par la trituration , a la propriété de retenir l'huile jusqu'à ce qu'elle éprouve un degré de feu capable de la détruire, & en se charbonnant, elle contribue elle-même à augmenter la quantité de gas inflammable.

7°. En employant les pommes de terre séchées au four après avoir été coupées en tranche, ou même écrasées avec la chaux, on abrège le temps de l'opération, & on se débarrasse de la partie aqueuse dont l'ébullition rapide tourmente les vaisseaux par l'effort de dilatation & par la chaleur qu'elle y porte.

8°. On doit avoir ici la même attention que dans toutes les autres distillations pneumatiques, pour n'engager le siphon recourbé sous le récipient, que quand l'air commun a été chassé des vaisseaux & des tuyaux.

9°. Avec quatre appareils ainsi montés, & six cornues, pour en avoir deux de rechange, nous n'estimons pas qu'il faille plus de vingt-

quatre heures pour remplir un Ballon de trente pieds de diametre, sur-tout si on emploie les pommes de terres séchées au four.

*Instruction sur les diverses manieres de dégager le gas inflammable du fer, par l'acide vitriolique.*

M. Cavendish a observé qu'une once de fer ( poids de Troy ) donnoit un volume de gas inflammable égal à 412 onces d'eau, pendant sa dissolution dans les acides; & dans cette proportion, une livre de fer ( poids de France ) doit donner 9843,2 pouces cubes, c'est-à-dire, cinq pieds cubes & un peu plus de  $\frac{2}{3}$ .

Suivant M. Wenzel, 240 du plus fort acide vitriolique prennent 175 de fer.

M. Bergman ne suppose pas l'acide pur dans un si haut degré de concentration, puisqu'il ne fait entrer dans la composition du vitriol de mars, que 23 de fer pour 39 d'acide.

Suivant M. Faujas, 6 onces d'acide vitriolique à 66 degrés, ont dissous, à l'aide de la chaleur, 4 onces de limaille de fer, & fourni un pied cube de gas inflammable.

Nous avons trouvé, par le résultat moyen de nos essais préliminaires, qu'une livre d'acide vitriolique, au même degré, affoibli de 3

parties d'eau, prenoit 10 onces 3 gros 66 grains  $\frac{1}{2}$  de fer en lames, & donnoit 6034 ponces cubes, ou 3 pieds cubes & demi moins 14 ponces cubes de gas inflammable.

Ces essais nous encore prouvé qu'en employant le même fer & le même acide vitriolique délayé, la dissolution, aidée de la chaleur d'un bain de sable très-doux, donnoit, dans un temps égal, une fois plus de gas que la dissolution à froid.

On verra que cette proportion ne se soutient pas dans le travail en grand, & nous ferons observer à quoi tient cette différence; mais cette considération nous avoit engagé à appliquer le feu, du moins à une partie de nos appareils, ce qui nous promettoit une économie de près d'un tiers d'acide; & puisque cette opération nous a très-bien réussi, nous croyons qu'il ne sera pas inutile de rapporter ici le procédé en détail: nous donnerons donc la maniere de tirer le gas du fer, à l'aide du feu, dans des bouteilles, & sans feu dans des tonneaux.

#### *Appareil au bain de sable.*

Pour établir cet appareil, on commence par placer à l'ordinaire une cuve à sept ou huit pieds de distance du plancher destiné à

recevoir le Ballon : après l'avoir remplie d'eau, on y enfonce le vaisseau destiné à servir de récipient , dont on a pour cela ouvert le robinet ; l'air en étant sorti , on ferme le robinet , on élève le récipient à six pouces au dessus du fond de la cuve , & on l'affujettit solidement sur quatre montans de bois entaillés & assemblés à la partie supérieure dans un chassis carré. (*Voyez le plan A B , fig. 8 , & la coupe , fig. 9.*)

Un tonneau défoncé d'un bout , & percé de l'autre pour recevoir le robinet , peut très-bien servir de récipient ; mais ces vaisseaux sont sujets à s'échauffer , malgré la précaution de couvrir d'eau la partie supérieure ; ils perdent alors beaucoup de gas , ce qui nous a décidés à faire faire ces récipients en fer blanc de la forme représentée C , *fig. 9.*

La cuve établie , on fait construire tout autour avec des briques & de l'argille , les petits fourneaux DD , *fig. 8 & 9* , composés d'un cendrier E , au dessus duquel on dispose quelques barreaux pour servir de grille , & du foyer F.

On place sur ces fourneaux de grandes capsules de tôle G , *fig. 10* , dont les côtés sont élevés de 7 à 8 pouces , afin que le sable qu'elles doivent contenir , distribue également

la chaleur, & serve même à appuyer la partie foible des vaisseaux.

Ces vaisseaux dans lesquels doit se faire la dissolution, sont précisément les bouteilles de verre noir, dans lesquelles on envoie l'acide (1). Voici les précautions que l'on doit prendre pour en faire usage, & au moyen desquelles nous sommes parvenus à prévenir tous les accidens.

Ces bouteilles sont d'abord examinées avec soin, pour mettre au rebut celles qui seroient fêlées ou autrement défectueuses & fragiles.

Elles doivent être lavées & égouttées d'avance, de maniere qu'il n'y reste ni acide, ni humidité qui rouilleroit le fer.

Elles sont garnies d'un bouchon de liège percé dans son milieu, avec un emporte-pièce pour recevoir le siphon de fer blanc H, *fig. 9.*

On fait entrer dans chaque bouteille douze livres de lames de fer minces, connues sous le nom de riblon, & qui viennent des rognures de tôle; cette dose répond assez exactement à la capacité moyenne des bouteilles

(1) Nous avons aussi employé quelques jarres de grès, dans lesquelles on envoie les eaux-fortes, elles soutiennent très-bien le feu, elles sont seulement un peu moins commodes, en ce qu'elles ne laissent pas la faculté de voir si l'effervescence continue.



qui est de 78 livres de mélange acide (1); mais on sent qu'il vaut mieux perdre du fer que de l'acide, on y gagne d'ailleurs du temps en multipliant les points de contact. S'il se trouve du riblon rouillé, on le met à part lors des pesées, pour le faire décaper dans les eaux acides avant que de l'employer.

Le fond des capsules ayant été garni de bon sable quartzes, bien sec, on y place les bouteilles; on acheve de remplir les capsules avec le même sable, & on verse dans chaque bouteille 78 livres de mélange acide, par le moyen d'un entonnoir de fer blanc à double douelle, pour ne pas s'exposer à les voir briser par la compression de l'air.

Ce mélange formé de 1 partie d'acide & de 3 parties d'eau, ne doit pas être employé chaud dans les bouteilles, c'est pourquoi il est nécessaire de le préparer quelques heures auparavant. On évite l'embarras de le doser par les poids, en se servant du pese-liqueur des fels de M. Baumé; la liqueur est à son point lorsqu'elle donne 21 degrés à chaud &

---

(1) S'il se trouvoit des bouteilles beaucoup plus petites, il faudroit les rebuter; ou, si on n'avoit pas à choisir, diminuer la quantité d'acide, car il est essentiel qu'il reste un quart de vuide.

23 degrés à froid, cette méthode est même plus sûre, parce que tous les acides du commerce ne sont pas exactement au même degré de concentration.

Lorsque l'on a versé l'acide, il convient de laisser un moment raréfier l'air intérieur, après cela on place le bouchon de liege, on y enfonce le siphon de fer blanc, & on lutte sur le champ avec le lut gras recouvert d'une vessie bien ficelée.

Il est très-important d'essayer d'avance si les tuyaux & siphons ne perdent pas par les soudures, il ne suffit pas qu'ils tiennent l'eau, on risqueroit, malgré cette épreuve, de perdre encore une grande quantité de gas; nous n'avons rien trouvé de mieux que de forcer de vent ces tuyaux avec le soufflet de Tonnelier, après y avoir passé de l'eau; la plus petite ouverture, le plus léger défaut, deviennent sensibles par la bulle qui se forme à la surface.

Avant que d'engager le bout du siphon sous le récipient, on laisse, comme à l'ordinaire, sortir la plus grande partie de l'air commun renfermé dans les vaisseaux; mais ce qui mérite une attention particulière, c'est que les bouts de ces siphons soient placés sur le fond même de la cuve, de manière qu'ils soient à

6 pouces de la surface de l'eau, lors même que le récipient est plein de gas, ainsi qu'on le voit en I, I, *fig. 9.* Par ce moyen on arrête la plus grande partie des vapeurs aqueuses, & même acides, qui auroient bientôt détruit la matiere de l'enveloppe; nous disons la plus grande partie, car, malgré toutes les précautions, il s'en élève toujours une portion qui se condense dans le Ballon, & dont il faut déterminer promptement l'écoulement, dès qu'on s'en apperçoit.

La maniere de conduire le feu est ici un point essentiel, il n'y en a pas besoin dans le commencement, & il ne sert sur la fin qu'à empêcher la crySTALLISATION qui arrêteroit la dissolution en recouvrant le métal. D'après cela on sent qu'il n'en faut que très-peu & très-tard. En suivant cette méthode, on ne risquera pas de voir casser des bouteilles.

Lorsqu'une bouteille ne donne plus rien, ou que l'on juge à propos de sacrifier ce qu'elle pourroit encore fournir pour accélérer l'opération, on lui en substitue une autre sur le même fourneau, en changeant la capsule ou seulement en changeant le sable; mais avant de déplacer la première, il faut en tirer la liqueur qui se crySTALLISEROIT très-promptement par le refroidissement, & cette opéra-

tion n'est pas sans difficulté à cause de la fragilité de ces vaisseaux qui s'écraseroient infailliblement sous la charge ; on en vient à bout sans aucun risque par le moyen d'un siphon ordinaire de fer blanc, dont la branche extérieure porte une petite pompe à main qui communique à son extrémité, & dont la capacité est égale à celle des trois branches du siphon. Ayant introduit l'une de ces branches dans la bouteille, on bouche l'autre avec le doigt, & en élevant le piston, la liqueur monte sans qu'il soit besoin d'aspirer.

Quatre appareils ainsi montés donnent en cinq ou six heures 2580 pieds cubes de gas inflammable.

### *Appareil sans feu.*

Comme la célérité de l'opération devient ici un objet de la plus grande importance à cause de la déperdition continue du gas à travers les meilleures enveloppes, & qu'il est souvent difficile de rassembler un assez grand nombre de bouteilles pour multiplier en conséquence les appareils, on peut employer en même temps des tonneaux qui pouvant être chargés d'une plus grande quantité de mélange, compensent par la rapidité des produits une partie de la valeur de l'acide qui

reste en pure perte dans les dissolutions à froid. C'est le parti que nous avons pris, & voici la méthode que nous avons suivie.

Les plus grands vaisseaux sont les plus avantageux, en ce qu'ils évitent des rechargemens qui ralentissent le travail, mais l'essentiel est qu'ils soient bien conditionnés. Les tonneaux qui ont servi, valent beaucoup mieux que les neufs dont le bois n'a pas été resserré & comé refoulé dans les jointures par l'action lente de l'humidité, & qui laissent passer le gas dès qu'ils commencent à s'échauffer. Nous avons préféré les barriques dans lesquelles on envoie les eaux-de-vie.

Ces barriques ont été disposées autour d'une cuve, au nombre de dix, comme nous l'avons dit pour les bouteilles. On voit, *fig. 11*, la coupe de l'un de ces appareils.

Nous avons jugé qu'en remplissant les barriques aux deux tiers, elles pouvoient tenir 318 livres de mélange acide, elles devoient donc être chargées de 52 livres de fer : pour favoriser toujours la dissolution en multipliant les points de contact, on y mit 57 livres de riblons ou rognures de tôle (1), que l'on fit

---

(1) Ces proportions reviennent à celles de MM. les Directeurs de la manufacture d'acides de Javel, qui nous

entrer commodément par une ouverture de 3 pouces de diametre, pratiquée au fond supérieur.

Cette ouverture se ferme par un bouchon de liege bien ajusté, recouvert de cire qu'on fait pénétrer avec un fer chaud, & percé dans son milieu avec une emporte-pièce pour recevoir le siphon de fer blanc.

Le bout du siphon formant un cône très-allongé, il suffit de le pousser avec force dans le bouchon, le tonneau se trouve exactement fermé sans qu'il soit besoin de lutter.

Il est bon que ces siphons aient leurs coudes arrondis, comme on le voit en *a*, *fig. 11*. On conçoit qu'ils doivent être plus gros que ceux des bouteilles, & les branches des tuyaux destinés à porter le gaz dans le Ballon, en proportion de la capacité des vaisseaux & du nombre des appareils.

Au surplus, les précautions pour la vérification des soudures, pour que les becs des siphons soient toujours sous l'eau des cuves,

---

ont communiqué très-obligamment tout ce que l'expérience leur a appris sur la meilleure manière de conduire cette opération. Ils emploient 100 livres d'acide concentré, 300 livres d'eau, & 75 livres de fer en lames ou riblons.

&c. &c. sont absolument les mêmes que celles que nous avons indiquées pour l'appareil au bain de sable.

Il faut bien se garder ici de préparer d'avance le mélange acide, puisqu'il doit être employé le plus chaud qu'il est possible. La chaleur entretenue par l'effervescence, & se conservant naturellement plus long-temps dans une grande masse de liqueur, arrête la cristallisation, & prolonge ainsi la dissolution; cette circonstance est la seule cause de la différence que nous avons observée sur la quantité des produits, quand nous avons opéré en petit avec le même acide & le même fer.

Une cuve garnie de dix de ces vaisseaux, fournit, dans l'espace de quatre heures environ, 1700 pieds cubes de gas inflammable; ainsi deux appareils dont on recharge une seule fois les tonneaux, fournissent en huit heures près de 7000 pieds cubes.

*Instruction sur la maniere de dégager le gas inflammable du zinc, par l'acide vitriolique.*

Une once de zinc (poids de Troy) a donné à M. Cavendish un volume de gas inflammable égal à 365 onces d'eau pendant sa dissolution dans les acides; & dans cette pro-

portion une livre de zinc (poids de France) devrait donner 8505,11 pouces cubes, ou à peu près cinq pieds cubes moins  $\frac{1}{13}$ .

M. Faujas a annoncé que 6 onces de zinc ne donnoient qu'un pied cube pendant leur dissolution dans l'acide muriatique.

Suivant M. Bergman, 240 parties d'acide vitriolique prennent 240 parties de zinc, & M. Wenzel estime que 240 parties du plus fort acide ne dissolvent réellement que 206 parties de zinc. On voit que ces différences dépendent du degré de concentration de l'acide, qui ne peut manquer de varier tant qu'elle ne sera pas rapportée aux degrés d'un pese-liqueur connu.

D'après le résultat moyen de nos expériences préliminaires, une livre de zinc exige pour sa dissolution complète 1 livre 8 onces 4 gros 1 grain d'acide concentré à 66 degrés, ou plutôt 6 livres 1 once 4 grains de mélange à 23 degrés. Elle donne 4 pieds cubes & 1224 pouces cubes, ou environ 4 pieds cubes &  $\frac{12}{17}$  de gas inflammable.

Cela posé, & les tonneaux destinés à cette opération étant supposés de même capacité que ceux dont il a été ci-devant parlé pour le fer, on y mét de même 318 livres d'acide affoibli & 57 livres de zinc; c'est la juste proportion qui ne doit pas être outre-passée



ici, à cause du prix de la matière, & parce qu'il y a moins de nécessité de multiplier les points de contact.

Le zinc peut être simplement granulé dans l'eau sur un balai qu'on agite, & sur lequel on le verse fondu, cette opération réussit très-bien; mais nous avons aussi éprouvé que cette forme étoit moins favorable à la dissolution. Le zinc sera donc mis d'abord en limaille, ce qui s'exécute très-facilement dans des mortiers de fer où on le broie tout chaud avec rapidité, & que l'on a la précaution de refroidir de temps en temps avec une éponge mouillée, ainsi que le pilon, pour que le zinc fondu ne s'y attache pas en forme de feuille d'étamage d'une seule pièce. On aura plusieurs mortiers, l'opération devant se faire assez promptement, pour que le zinc ne brûle pas dans la chaudière. De cette manière on réduira en moins de 4 à 5 heures un millier de zinc en poussière très-fine, dont on séparera encore par le tamis les morceaux qui auroient pu échapper, lesquels au surplus étant toujours brisés dans leur texture & comme craquelés, se dissoudroient encore plus facilement que les grains.

Le métal ainsi préparé, on se garde bien d'en garnir les tonneaux, comme nous l'avons dit pour le fer, c'est le mélange acide que

l'on y verse le premier lorsque l'on veut commencer la dissolution, & on a grand soin qu'il soit entièrement refroidi.

La limaille de zinc ne doit pas même être projetée d'une seule fois, l'effervescence seroit trop rapide; & la liqueur s'éleveroit en fusée avant qu'on eût pu placer le siphon. Les 57 livres seront donc partagées en trois paquets de 19 liv. chacun, que l'on projettera à peu près d'heure en heure, en tenant le tonneau débouché le moins de temps possible.

Au surplus la manipulation est la même que celle qui a été décrite pour le fer.

Chaque tonneau ainsi chargé fournit 268 pieds cubes & 648 pouces cubes, ou environ 268 pieds cubes  $\frac{1}{3}$  en moins de 4 heures.

Un appareil de dix tonneaux donnera donc en un seul chargement 2685 pieds cubes.

On aura l'attention de ne pas mêler les résidus de ces dissolutions avec ceux des opérations par le fer, & même de ne pas porter de fer avec le zinc, le sel qui se forme, & qu'on nomme couperose blanche, étant d'un prix bien différent dans le commerce, il mérite à plus forte raison d'être recueilli dans toute sa pureté; & pour n'en rien perdre, on peut faire évaporer sur le feu la liqueur restante, qui fournira encore en quantité de vitriol blanc.

---



---

## TROISIEME PARTIE.

### *DES moyens de diriger les machines aérostatiques.*

**A** peine l'expérience d'Annonay eut-elle prouvé que l'on pouvoit élever & soutenir en l'air des machines capables de porter des hommes, que sans s'arrêter à des objets d'utilité assez nombreux & plus prochains, tout le monde parut s'occuper uniquement de la question de savoir si on parviendroit à les diriger. Plusieurs en conçurent l'espérance; l'ambition de frapper le premier au but, fit entrer dans la lice tous ceux qui crurent saisir quelques rapports de l'art maritime, du vol des oiseaux, de la natation des poissons, &c. On vit éclore une foule de projets, la plupart fondés sur de simples apperçus, même sans estime approchée des forces motrices, des résistances, ni des poids des machines; d'autres cependant prononçoient hardiment que cette entreprise excédoit les forces humaines; ces derniers ont regretté sans doute d'avoir porté un jugement aussi prématuré, lorsqu'ils ont entendu l'Académie royale des

Sciences répéter avec ses Commissaires , que tout sembloit en annoncer la possibilité (1).

Le 11 décembre , je présentai à l'Académie quelques réflexions sur les moyens qui me paroissoient les plus convenables pour tenter la résolution de ce grand problème , avec des plans qui furent paraphés à la même séance. Je me trouve engagé à rappeler ici les principes de cet essai , puisque les moyens proposés sont précisément ceux qui ont été exécutés. Pour n'avoir pas à revenir sur les mêmes objets , j'y réunirai tout de suite les observations que nous avons recueillies depuis , & qui peuvent servir à éclaircir cette matière.

*Est-il possible de diriger les aérostats ?* Pour ne pas agiter cette question d'une manière vague & sans fruit , il faut savoir ce que l'on doit entendre par *diriger*. N'aura-t-on véritablement trouvé la direction que quand on aura la faculté de se porter d'un lieu donné à un autre , en tout temps , à tout vent , & malgré les tempêtes , de revenir encore au point de départ par le même vent ou plutôt contre l'obstacle direct qu'il opposeroit ? C'est

---

(1) Rapport fait à l'Académie , &c. le 23 décembre 1783 , pag. 26.

ainsi qu'en parlent plusieurs personnes qui exigent d'un art au berceau, un degré de perfection auquel des siècles d'expérience & de pratique suivie n'ont encore pu porter la navigation maritime ; ou, pour mieux dire, qui fondent sur l'impossibilité évidente d'atteindre ce but, une objection illimitée contre toutes les recherches de ce genre, comme s'il s'agissoit de la quadrature du cercle ou du mouvement perpétuel.

L'absurdité de ce raisonnement n'a pas besoin d'être démontrée, on n'a pas encore été tenté d'abandonner la facilité des transports par mer, parce qu'on est forcé d'attendre des vents favorables pour sortir des ports, parce que les tempêtes obligent assez souvent les navires de céder à la puissance qui les écarte de leur route, ou de chercher un asyle en relâchant loin de leur destination. Il n'est donc pas déraisonnable de s'occuper des moyens de se servir des machines aérostatiques, comme on se sert des vaisseaux, & dans les mêmes circonstances, c'est-à-dire en profitant des vents favorables, en relâchant quand ils seroient contraires ; on aura déjà fait assez pour la gloire de l'invention, pour l'utilité qu'elle promet, si le succès d'un voyage annoncé pour une destination fixe,

n'est réellement subordonné qu'à ces conditions; & si l'on y parvient une seule fois, que ne doit-on pas attendre du temps! Le génie ouvre la main pour laisser tomber un germe, & l'industrie mene à sa suite mille bras occupés de générations en générations à en perfectionner les fruits.

Il ne faut pas se diffimuler néanmoins que pour arriver à ce terme, auquel nous devons actuellement borner notre ambition, il reste encore bien des difficultés; & pour en prendre une juste idée, supposons que l'on veuille faire route de Dijon à Chanceaux qui n'en est éloigné, à vol d'oiseau, que d'environ 16000 toises, ce Bourg étant situé au nord-ouest de cette ville, on cherchera à profiter d'un vent de sud-est; supposons encore que le vent souffle exactement dans la ligne de ce rumb, chaque rumb de la rose divisée en 32 airs de vent, occupe 11 degrés  $\frac{1}{4}$  du cercle, ce fera donc pour un rayon de 16000 toises un arc de 3141 toises, dans lequel il faudra choisir le point d'arrivée; que l'on prolonge la ligne de ce rumb jusqu'à Paris, l'arc qu'il est censé occuper, dont tous les points se trouvent en effet compris dans sa division, fera d'à peu près 11 lieues  $\frac{1}{4}$ . Concluons donc qu'il n'y a point de vent qui

mene précisément à un point donné à 60 lieues, pas même à huit, & que celui qui arriveroit à un lieu fixe quelconque dans un espace de 11 degrés  $\frac{1}{4}$ , ou du 32<sup>e</sup>. de la rose des vents, auroit très-certainement dirigé.

Lorsqu'on en sera venu-là, on aura droit d'espérer sans doute de voir étendre successivement cette faculté, sur-tout lorsque les vents seront foibles, peut-être aussi en augmentant l'énergie des mêmes moyens, de sorte qu'on sera maître de choisir son but dans tous les points d'un arc double ou triple. Cependant ce seroit une erreur de penser que l'on peut remonter à un certain point contre le vent, & dériver en l'air, comme sur mer, dans le sens propre de cette expression, en présentant au vent une voile orientée obliquement à la quille. Ceux qui l'ont proposé, n'ont pas fait attention que la direction que prenoit le navire dans ces circonstances, n'étoit pas due seulement à la propriété de fendre plus facilement le fluide par la proue que par le flanc, mais encore à la résistance bien plus considérable que l'eau lui opposoit; d'où il résulroit une force composée de deux forces, savoir celle du milieu dans lequel le navire est plongé en partie, & celle du vent agissant contre sa voile; ce qui le détermine à suivre

une ligne moyenne qui fait quelquefois un angle de plus de 20 degrés avec la ligne de route ou de longueur du vaisseau. Il manque ici une de ces forces, puisqu'il n'y a qu'un seul fluide qui reçoit de tous côtés le même mouvement; ainsi l'aérostate seroit emporté dans la ligne du vent, dans la position la plus favorable à la dérive, & même en supposant que l'on pût donner à ses voiles une assez grande surface pour que l'impression qu'elles recevroient du courant par la maniere de les orienter, pût changer celle qu'il porte sur la machine entière; ce qui est, comme nous le verrons bientôt, le plus grand obstacle à la navigation aérienne.

En appréciant ces difficultés, on ne doit pas non plus perdre de vue les avantages que l'on peut se promettre de la faculté de se placer à différentes hauteurs, & qui sont indiqués d'une maniere non équivoque par toutes les observations qui ont été faites jusqu'à présent de la marche des aérostates.

La théorie des vents est un des points sur lesquels la physique est le moins avancée; l'invention de MM. de Montgolfier nous mettant à portée de les observer à différentes distances de la terre, contribuera nécessairement à perfectionner cette branche de l'art météorologique;



météorologique ; mais en attendant ces nouvelles lumières , il est permis de conjecturer qu'à une certaine hauteur l'athmosphère n'est plus agitée , ni avec une égale impétuosité , ni dans la même direction qu'à la surface du globe.

Nous ne répéterons point ce qui a été publié à ce sujet , tout le monde fait que les Aérostats qui sont partis du château de la Muette , des Tuileries , du Champ de Mars , &c. , ont paru stationnaires à une certaine élévation , ou qu'ils ont été emportés par des courans différens de ceux qui se faisoient sentir dans la couche inférieure. Le principe qui en résulte se trouve confirmé par nos propres observations.

1°. Lorsque nous quittâmes terre le 25 Avril , il regnoit un vent d'ouest-nord-ouest très-impétueux , qui nous repoussa plusieurs fois en bas , malgré une force d'ascension considérable , en nous faisant décrire une courbe autour d'un rayon de 140 à 150 pieds de longueur , déterminé par l'une des cordes que l'on s'obstinoit à retenir. A peine fûmes-nous à 300 pieds d'élévation , nous n'éprouvâmes plus de mouvement tourbillonnant ; nous aurions pu sans doute nous méprendre sur la force d'impulsion d'une masse de fluide dans laquelle nous étions nous-mêmes em-

portés, mais ce qui est moins équivoque, une longue flamme suspendue à la proue ne fut plus que foiblement agitée.

2°. Au plus haut point de notre ascension, cette même flamme resta plus d'un quart d'heure exactement pendante, sans aucune agitation sensible; nous marchions cependant, mais très-lentement, & plutôt en tournoyant sur nous-mêmes que dans aucune direction. Il nous fut aisé de nous en convaincre, en fixant successivement quelques villages dans la ligne de l'une des quatre grandes cordes qui étoient restées attachées au cercle équatorial, & observant leur déplacement progressif de droite à gauche, quelquefois aussi de gauche à droite, tandis que le fil à plomb qui nous servoit à estimer le point perpendiculaire à notre position, nous monroit encore les mêmes objets.

3°. Sur la fin de cette espèce de station, nous distinguâmes très-bien un nuage blanc, pourtant assez épais, qui étant au dessous de nous d'environ 400 toises, autant qu'il nous fut possible de le juger, s'avançoit vers nous par la droite, prenant l'Aérostate en travers, cacha quelques instans la terre à notre vue, & suivant toujours sa direction, s'éloigna avec une vitesse, qui nous frappa d'autant plus que nous pouvions nous croire en compa-

raison dans une immobilité parfaite, Il est donc bien certain que la couche d'air que nous occupions, n'avoit pas reçu la même impulsion.

4°. Enfin, lorsque nous nous rapprochâmes de la terre en perdant de notre force d'ascension, notre Aérostate se plaça de lui-même dans la ligne du vent, & ne la quitta plus; à peine avions-nous le temps de fixer devant nous quelques villages, que nous arrivions dessus, & que nous ne pouvions les retrouver qu'en portant nos regards en arriere. En un mot, notre marche devint si rapide, que nous croyons pouvoir l'estimer pour la dernière demi-heure aux trois quarts de l'espace entier que nous avons parcouru.

Est-ce que les vents ne regneroient réellement que dans la partie inférieure de l'atmosphère, que les grands mouvemens dont nous voyons l'air agité, prendroient naissance dans la région des nuages, & ne s'étendroient au delà que parce qu'une couche de fluide élastique ne peut se mouvoir sans communiquer à la couche supérieure une partie de son mouvement? Nous sommes bien éloignés de conclure la vérité de ce système du petit nombre d'observations que nous venons de rapporter; nous remarquerons cependant que la plupart des hypothèses que les Physiciens

ont proposées pour expliquer la formation des vents, & sur-tout celles qui paroissent les plus probables, ne répugnent pas absolument à cette opinion. En effet ; dans les phénomènes qui en dépendent, on peut considérer trois causes différentes, ou, pour mieux dire, des causes de trois ordres différens ; car il y a grande apparence qu'elles sont encore multiples dans leurs espèces, & que c'est de ce concours que naît la difficulté d'en concilier les effets : ce sont les causes de mouvement, les causes de direction, & celles de perturbation ou de variation locale. Les causes de ce dernier genre appartiennent déjà bien sûrement à la couche voisine de la terre, & ne peuvent même porter leur influence à une grande élévation ; nous plaçons dans cette classe les éruptions aériennes, les vapeurs aqueuses, les dispositions inégales des continens à se mettre à la même température, l'effet immédiat du déplacement des marées, la réflexion des montagnes, l'étranglement des vallées, &c. C'est à l'action de ces causes locales qu'est due l'irrégularité des vents à la surface de la terre ; irrégularité qui peut même devenir sensible dans les couches superposées les unes aux autres. On a observé, il y a long-temps, que les vents qui faisoient tourner les girouettes, étoient

souvent différens des vents plus élevés qui pouffoient les nuages.

Les causes premières & générales du mouvement, & même de la direction des vents, ne nous sont pas aussi bien connues. Descartes supposoit que l'air qui enveloppoit la terre ne lui étoit pas assez adhérent pour faire sa rotation dans le même temps qu'elle autour de l'axe commun. Suivant Halley, la cessation d'équilibre de ce fluide ne reconnoît pour cause principale que l'action du soleil sur l'air & sur l'eau, les alternatives de raréfaction & de condensation qu'elle produit, & les déplacements qui en résultent. Le célèbre d'Alembert a considéré ce mouvement comme un véritable flux & reflux déterminé, ainsi que celui des eaux de l'océan, par la gravitation de toutes les parties de la terre vers le soleil & vers la lune. Quelques-uns admettent comme une des causes les plus générales, l'abaissement & la pression des nuages sur les couches inférieures. D'autres enfin attribuent ce mouvement & ses variations à l'électricité qui regne continuellement dans l'atmosphère, & dont les principaux phénomènes, qui sont en effet toujours accompagnés de vents impétueux, ne peuvent être déterminés que dans la région où le fluide est moins homogène, & par conséquent plus près de la terre.

De toutes ces causes, dont la plupart confpirent sans doute, puisque les effets sont trop variables pour être rapportés à une seule, il n'y a, comme l'on voit, que celle de la gravitation qui semble exiger que les parties les plus élevées de l'air soient les premières déplacées, comme étant dans une sphere d'attraction plus prochaine, & qu'ainsi le mouvement se communique de haut en bas. Mais il ne seroit peut-être pas impossible de concilier encore cette hypothèse avec nos observations, en considérant l'élévation des couches sphériques de l'air au dessous de l'astre & dans le point diamétralement opposé, de même que leur abaissement dans l'espace intermédiaire, comme l'effet d'une action continue, uniforme, également répartie dans toute une masse homogène, & par conséquent peu sensible, tandis qu'à l'extrémité de la colonne les augmentations & diminutions alternatives de pression, de densité, d'expansibilité, & l'inégalité de résistance dans tous les points contigus, changeroient la direction du mouvement, & détermineroient des courans plus ou moins rapides, comme les bas-fonds des mers, les détroits & les sinuosités des côtes produisent des variétés dans les hauteurs des marées.

Nous ne donnerons pas plus d'étendue à

ces réflexions que nous ne nous sommes permises que dans la vue de faire sentir tout ce que nous pouvons espérer de lumières pour la théorie, de perfection dans l'art aérostatique, des observations multipliées sur l'état du ciel à une certaine élévation. Quelle facilité, quelle sécurité pour les voyageurs aériens, si en s'élevant à une certaine distance de la terre, ils étoient toujours assurés de sortir en même temps de la région où les éléments s'entrechoquent, où se forment les tempêtes, s'ils étoient maîtres d'arriver à un océan où regneroit continuellement le calme de l'équilibre, où les plus foibles moyens suffiroient pour décider leur marche! La possibilité de diriger seroit alors moins subordonnée & plus entière que sur mer.

*Quels sont les moyens par lesquels on peut espérer de diriger les machines aérostatiques?* Cette seconde question devient plus facile à résoudre, quand elle a été d'abord circonscrite dans ses justes bornes, & qu'il ne s'agit plus que d'assurer la direction, ou dans le calme, ou sur des lignes qui ne fassent que des angles de 6 à 7 degrés avec la ligne du vent.

Donner à l'Aérostate une forme qui tende à conserver la direction qu'il a reçue, disposer des machines dont les leviers prenant point d'appui sur le fluide où il est plongé,

puissent changer à volonté cette direction , lui imprimer un mouvement , & l'accélérer s'il en est besoin : voilà , si je ne me trompe , la seule maniere de remplir le but proposé.

La forme sphérique est de toutes la plus avantageuse pour les Ballons , par la propriété de contenir , ou , ce qui est la même chose , de déplacer un plus grand volume sous une moindre surface. Cette considération est ici très-puissante , puisque la force d'ascension n'est jamais que l'excès de légéreté du fluide contenu sur le poids de l'enveloppe qui le contient : cette forme a d'ailleurs d'autres propriétés également précieuses , en ce qu'elle présente de tous côtés une résistance égale au fluide environnant , qu'elle est moins susceptible de compression par l'action des vents , qu'elle offre plus de solidité pour la suspension des machines , qu'elle se prête enfin plus que aucune autre à la réduction de ses dimensions sans en être sensiblement altérée. Voilà sans doute des avantages qu'il seroit très-difficile , pour ne pas dire impossible , de suppléer par d'autres moyens ; mais aussi cette forme est la moins appropriée à l'objet de la direction.

Deux choses sont essentielles à cet objet ; l'une , que le corps destiné à prendre & à conserver le mouvement dans une ligne donnée , déplace dans cette ligne le moindre vo-



lume possible du milieu qui lui fait obstacle; parce que la résistance sera d'autant plus considérable qu'il aura à déplacer dans le même temps un plus grand nombre de ses parties. Or, il est démontré que le volume du fluide déplacé est en raison de la surface antérieure du corps qui se meut, tellement que la résistance d'un triangle isocèle qui présente sa base, est à la résistance du même triangle qui présente sa pointe, comme le quarré de l'un des côtés est au quarré de la moitié de la base. Le corps sphérique qui, dans quelque position que ce soit, présente toujours égalité de surface antérieure, éprouvera donc plus de résistance que tout autre solide d'un pareil volume, susceptible de présenter moins de surface par l'un de ses côtés.

La *seconde* condition est que le corps que l'on veut diriger dans un fluide, éprouve par sa forme même plus de résistance sur les flancs ou dans la ligne perpendiculaire à sa direction, que dans la ligne antérieure; car il est évident qu'il persévérera d'autant plus dans cette direction, qu'il s'en écartera d'autant moins que le fluide lui opposera plus de force pour l'y retenir. Nous venons de voir qu'un globe n'étoit pas susceptible d'éprouver dans un milieu quelconque plus de résistance dans un sens que dans un autre, c'est donc encore

sous ce point de vue le solide le moins propre à la direction.

Il est bon de remarquer que ceci ne contredit point ce qui a été annoncé précédemment de l'impossibilité de dériver en l'air comme sur mer, car il y a une grande différence entre les deux hypothèses. Dans la première, qui est proprement le cas de la dérive, il s'agit de remonter réellement contre le vent qui vient du côté de la proue, & souffle obliquement sur la quille; la résistance d'un fluide plus dense & qui n'ait pas reçu la même impulsion, est absolument nécessaire. Dans le second cas, qui est celui de notre direction, le milieu est dans un état approchant du repos, ou l'Aérostate n'est poussé que par un vent de bouline faisant angle aigu avec la poupe; l'excès de résistance à la partie latérale sur la résistance à la partie antérieure suffira pour produire une force composée, & déterminer l'Aérostate à suivre une ligne moyenne entre la ligne du vent & celle de la plus grande résistance, tant qu'on le maintiendra dans cette position.

D'après cela il m'a paru que pour concilier tous les avantages, il falloit conserver à l'enveloppe du gas, qui est la principale partie de l'Aérostate, la forme d'un globe, & en même temps modifier cette forme,

1°. en lui adaptant une proue sur les principes établis par Newton, & par les autres Mathématiciens qui se sont occupés, après lui, à déterminer quelle espèce de solide devoit couvrir une base donnée, exposée au choc d'un fluide, pour que la résistance fût la moindre possible : 2°. en augmentant la surface des flancs de la machine en proportion du volume du globe, & autant que le permettoit la force d'ascension sur laquelle toutes ces augmentations doivent être prises.

Nous ferons connoître en détail, dans la quatrième partie, les moyens que nous avons employés pour remplir ces deux objets, on peut d'avance en prendre une idée en jetant un coup d'œil sur les *fig. 1 & 2, planche II*; A représente la proue qui couvre la partie la plus résistante de l'hémisphère antérieure, & qui se prolongeant sur les côtés y produit une augmentation de surface équivalente à 159 pieds quarrés.

Ce n'est pas assez cependant d'avoir déterminé la forme la plus avantageuse de l'aérostate, il faut encore, pour assurer sa direction, pouvoir lui imprimer à volonté un mouvement capable de changer sa position, & même de le porter en avant sur la ligne donnée.

J'ai déjà annoncé que l'on n'y parviendroit

qu'en y appliquant des forces mécaniques, & cette proposition est évidente ; car la force de recul de la fusée , ainsi que la force des vapeurs sortant de l'éolipile , & tous les autres moyens de ce genre ne peuvent être considérés, dans le cas particulier, que comme prenant sur l'air un point d'appui plus résistant à raison de leur extrême vitesse. Or, la vitesse imprimée par quelque cause que ce soit, est un élément qui entre nécessairement dans le calcul des forces mécaniques. Ces moyens ( pour le dire en passant ) ne nous paroissent pas pouvoir être jamais d'une grande utilité, sur-tout pour une navigation un peu longue, non-seulement à cause de la nécessité de les entretenir, ou de les renouveler d'instant en instant, de la dépense, de l'embarras qui en résulteroient, & même du danger de la communication du feu, mais encore parce qu'on ne feroit jamais assuré d'appliquer ces forces à l'extrémité de la ligne qui partageroit l'Aérostate dans la direction que l'on voudroit lui donner ; que toutes les fois que l'on manqueroit ce point, leur action ne serviroit qu'à lui imprimer un mouvement de rotation sur lui-même, & qu'ainsi on seroit obligé de porter l'action de ces forces motrices en avant de la ligne que l'on voudroit faire suivre à l'Aérostate, ce

qui compliqueroit la machine, & en rendroit l'exécution encore plus difficile.

Il ne reste donc réellement que l'application des leviers, de l'espèce de ceux qui prennent leur point d'appui sur un fluide, c'est-à-dire un gouvernail & des rames, pour leur conserver les noms sous lesquels on les a jusqu'ici désignés, en parlant de l'usage habituel qu'on en fait sur mer, dans les lacs & les rivières.

En proposant ces moyens dans l'essai que je communiquai à l'Académie le 11 décembre, j'y avois ajouté une voile qui se trouve figurée sur le plan qui fut paraphé à la même séance; cette voile étoit portée par une vergue qui donnoit toute la facilité nécessaire pour l'orienter au vent, & la retrouver à volonté; mais je n'ai pas tardé à sentir que ce seroit pour l'Aérostate un poids inutile, qu'elle ne produiroit rien dans le calme & les vents modérés, & que dans les grands vents elle pourroit coëffer la gandole, & mettre en péril les voyageurs.

En effet, le grand obstacle à la direction des machines aérostatiques, est qu'elles sont par elles-mêmes & de leur nature déjà trop fortes de voiles, car ce mot n'exprime que une grande surface destinée à recevoir l'impulsion du vent. M. le Chevalier de Borda

(1) a fait voir que la résistance d'une sphere étoit à l'un de ses grands cercles :: 1 : 2,44. Un globe de 27 pieds seulement de diametre éprouve donc de toutes parts la résistance ou l'action d'un fluide, comme s'il lui présentoit réellement une surface plane de 242,87 pieds quarrés. Que l'on demande maintenant quel pourroit être l'objet pour lequel on armeroit un pareil globe de nouvelles voiles ; feroit-ce pour prendre le vent dans la ligne directe de son impulsion ? elles sont inutiles, il en a plus qu'il ne lui en faut pour décider sa marche, & même pour l'exposer déjà à une agitation violente, pour peu que les vents soient irréguliers ou impétueux. Est-ce pour avoir la faculté de recevoir cette impulsion sur un plan oblique ? mais la percussion qu'un corps reçoit obliquement, se décompose en deux mouvemens, dont l'un est parallele au plan, & dont il ne faut plus faire état ; si l'aile d'un moulin à vent se meut étant frappée sur un plan qui fait angle d'environ 55 degrés avec la ligne du vent, c'est que des deux mouvemens dans lesquels se décompose l'impulsion oblique qu'elle reçoit, il y en a

---

(1) Mémoires de l'Acad. Roy. des Sciences, ann. 1763.

un détruit par la force qui la tient solidement infixée dans l'arbre. D'ailleurs, le globe présentera toujours un de ses hémisphères à l'action directe du vent, il faudra par conséquent une voile du double de surface, seulement pour faire équilibre à cette puissance contraire; & quand on pourroit tenir & disposer à volonté sur une aussi frêle machine, des voiles de 7 à 800 pieds de surface, on n'auroit encore qu'une déviation de quelques degrés sur la vraie ligne du vent.

Il n'en est pas de même des forces mécaniques, qui agissant directement par des leviers dont la vitesse n'est pas bornée, peuvent produire plus de mouvement avec moins de surface.

Quelques-uns ont cru pouvoir mettre en question la possibilité de diriger dans un seul fluide, ou de prendre point d'appui pour la direction, sur le fluide même dans lequel on est plongé; l'exemple des poissons nageant dans l'eau, des oiseaux volant dans l'air, leur démontre journellement leur erreur. La faculté que ces animaux ont de mouvoir à volonté leurs queues, leurs nageoires, leurs ailes, qui sont proprement des leviers mis en mouvement par la force musculaire, & prenant point d'appui sur le fluide environnant, leur suffit pour décider & accélérer leur mar-

che ; les moyens qu'ils emploient pour s'y diriger horizontalement , font absolument indépendans de l'organisation qui les dispose à se mettre en équilibre avec ces fluides ; ils font même bien plus , sur-tout les oiseaux , que ce qui sera désormais nécessaire à l'homme placé dans l'Aérostate , puisqu'ils sont obligés d'appliquer une partie de ces forces à suppléer ce qui leur manque de légèreté respective pour s'élever sans se mouvoir.

La navigation à force de rames & sans voiles , nous offre encore un exemple bien frappant de cette puissance mécanique. La liberté de sortir la rame de l'eau pour éprouver moins de résistance en allant chercher un point d'appui plus direct , est un avantage dont on a grande raison de profiter , mais qui n'est nullement essentiel ; la marche pourroit être plus lente , elle ne seroit pas moins sûre par le coup de rame , en la tournant dans l'eau ; le gouvernail placé à l'arrière , se meut dans ce fluide sans en sortir , & ne change pas moins la ligne de direction de la proue.

La résistance de l'air formant le seul point d'appui , on ne peut dissimuler qu'il sera peu favorable toutes les fois que ce fluide sera poussé par le vent dans la même direction que nos leviers devront le frapper , il suffira cependant que ces leviers soient mus avec  
plus



plus de vitesse, pour qu'il en résulte un choc; car, dans ce cas, l'air qui fuit & la rame qui le frappe, feront échange de leurs vitesses. C'est ainsi que dans une rivière qui n'est pas trop rapide, on peut faire remonter une barque par le jeu des rames sur l'eau qui s'écoule.

Même en prenant point d'appui sur un fluide qui est en repos ou qui se meut dans un sens différent, il y a encore un effet inutile résultant du mouvement que les pales impriment à ce fluide, & qui ne peut dès-lors communiquer aucune impulsion au point du navire contre lequel les pales agissent pour le faire marcher. M. Bernoulli a trouvé par le calcul, que l'effet utile des rames étoit à leur effet entier, comme la racine quarrée de la surface de toutes les pales réduite, en sorte qu'on puisse les considérer comme agissant sans interruption, est à la racine quarrée de cette même quantité, plus la racine quarrée de la surface plane, qui étant mue perpendiculairement à la longueur du navire & avec la même vitesse, éprouve la même résistance que la proue. Mais il est également certain que le point d'appui s'affermir en proportion de ce que la surface des rames augmente, tellement que s'il étoit possible de rendre cette surface infinie, la perte du mouvement

seroit nulle, & le levier aussi puissant que s'il s'appuyoit sur un corps fixe. Il ne s'agit donc que de donner aux rames l'amplitude nécessaire pour rendre ce point d'appui suffisamment résistant.

La différence de l'air & de l'eau n'exclut point l'application de ces principes; on peut bien dire que le premier de ces fluides cède & se déplace plus facilement que le premier, lorsqu'on ne considère que leurs volumes, mais la quantité de mouvement n'est jamais que le produit de la masse par la vitesse; ainsi le plus ou le moins de densité du fluide ne fait que changer le rapport des volumes qui doivent être frappés pour produire une force donnée, & la résistance que le corps en mouvement éprouve de la part de ce fluide, est dans la même proportion.

La forme des rames peut encore contribuer à augmenter la solidité du point d'appui; on démontre facilement que plus elles sont convexes du côté de la pression, plus on perd de la force qu'elle doit produire, & on observe au contraire que l'eau enveloppée par une surface concave résiste davantage, parce qu'ayant moins de facilité de s'échapper par les côtés, cette surface demeure plus longtemps chargée de toute la masse, ne pouvant

la déplacer que dans la ligne de sa révolution. Il en fera de même de l'air, & quand il sera ainsi retenu, sa propriété élastique tournera à l'avantage du point d'appui, au lieu d'en diminuer la résistance. Ce moyen d'obtenir la même force avec une moindre amplitude de rames, devient sur-tout précieux dans des circonstances où l'excès de poids & de volume est également à redouter.

Pour avoir par expérience quelques données sur la force de ces leviers, j'ai suspendu à 13 pieds de hauteur la gondole A, *planche II, fig. 3*; & m'étant placé dedans, j'ai fait jouer les rames BC; non-seulement je l'ai fait tourner de gauche à droite, de droite à gauche en achevant sa révolution, ou la ramenant à volonté dans la première position; mais ayant attaché à l'arrière une corde qui passoit sur une poulie fixée au mur, à la même hauteur, & qui étoit chargée à l'extrémité d'un poids de 25 liv., l'action simultanée des deux rames a élevé à chaque fois ce poids de 10 à 11 pouces, & la gondole a parcouru le même espace.

Cette impulsion donnée à la gondole, ne se communiquant à l'équateur du globe que par les cordes de suspension qui sont tirées obliquement sur une longueur de vingt-six

pieds, il est évident qu'il ne recevra qu'une partie du mouvement, & que l'autre partie sera détruite par la légèreté respective du globe, contre laquelle elle agira directement; mais cette force peut suffire dans le calme, au moyen de la forme donnée à la partie antérieure du globe pour diminuer la résistance du fluide; elle devient auxiliaire à celles du gouvernail & des rames de l'équateur, lorsqu'il est nécessaire de les réunir; elle a l'avantage d'être plus dans la main des voyageurs pour en régler le jeu & en augmenter l'action presque à volonté, sans crainte d'aucun accident; elles ne peuvent nuire à l'ascension, puisqu'on a la faculté de les arrêter dans une position verticale, comme on en voit une représentée C, *fig. 3*: dans le besoin elles contribueroient à ralentir la chute en les laissant en repos, ou dans la situation horizontale A; c'en est assez pour en recommander l'usage.

J'ai essayé de même de déterminer la force des leviers qui seroient placés sur l'équateur du globe. A un bras horizontal de trois pieds  $\frac{1}{2}$  de longueur, porté par une piece de bois perpendiculaire, mobile sur un pivot, & au moyen d'un tourillon tournant dans un collet à la partie supérieure, j'ai attaché une rame de la forme représentée, *planche II, fig. 4*,

mais dont la pale n'avoit que 314 pouces quarrés de surface plane à l'extrémité d'un manche de 3 pieds 4 pouces. Le bras étant retenu dans une situation perpendiculaire au mur, par une corde qui passoit sur un poulie de renvoi, & qui portoit un bassin de balance destiné à recevoir des poids, j'ai fait mouvoir la rame autour de son axe A, en tirant perpendiculairement la corde B, de maniere à lui faire décrire l'arc de cercle CD; le point de l'axe a été déplacé à chaque fois de A en E, & la corde qui le tiroit en sens contraire, n'opposa assez de résistance pour arrêter l'effet de cette percussion, que lorsqu'elle fut chargée d'un poids de six livres.

L'arbre à pivot auquel ce bras étoit attaché, représentant exactement, soit la charniere, ou, ce qui est la même chose, l'axe autour duquel le gouvernail doit se mouvoir G, *fig. 1, pl. II*, & B, *fig. 2*, soit le centre du globe, aux flancs duquel les rames peuvent être attachées, comme on les voit en R, *fig. 1*; il n'est pas douteux que ces leviers, mis en mouvement de la même maniere quand le globe sera suspendu par sa légéreté respective, ne puissent changer ou accélérer sa direction avec une force proportionnelle à leur vitesse, & à la masse d'air qu'ils frapperont.

Les rames attachées sur l'équateur feront naturellement disposées à remplir un autre objet également important , celui de faire descendre l'Aérostate sans que l'on soit obligé de diminuer son volume. Car il est certain , comme nous l'avons remarqué dans la première partie, que l'utilité des Aérostates se trouveroit référée dans des bornes assez étroites , s'il falloit absolument perdre une partie du gas qui les remplit, toutes les fois que l'on voudroit descendre , ou même s'approcher de la terre. Cette perte , à la vérité , ne feroit pas très-considérable pour les Aérostates à enveloppe flexible , & n'auroit guere d'autre inconvénient que l'incertitude de trouver partout où on feroit forcé de descendre , les matieres nécessaires pour la réparer : mais nous croyons avoir prouvé , d'une part , la nécessité de chercher une enveloppe plus sûre & moins sujette à altérer le gas ; d'autre part , que l'on ne pouvoit se flatter de l'obtenir qu'en employant des matieres solides. Or , dans ce cas ce ne feroit plus seulement la perte d'une portion de gas facile à réparer , le globe n'étant pas susceptible de compression par l'air extérieur , la légèreté respective ne pourroit être diminuée qu'en y laissant rentrer autant d'air commun que l'on feroit sortir de

gas inflammable, & ces deux fluides une fois mêlés, il n'y auroit plus de moyen de les séparer.

Les rames dont il est ici question, abandonnées à leur poids, se tiennent dans une ligne perpendiculaire, & ne s'en écartent que très-peu du côté de l'arrière, parce qu'elles ne présentent à l'air qu'une surface convexe, & même susceptible de se réduire par la forme de leur construction; & dans cette position, elles sont prêtes à frapper l'air en arrière par leur surface concave, pour porter l'Aérostate en avant, dès que l'on tirera le cordon B, *fig. 4*, attaché à l'extrémité du manche coudé F; mais en abaissant successivement ce manche, on peut élever la rame jusqu'à ce qu'elle forme avec le cercle équatorial, un angle d'environ 15 degrés, & si après l'avoir mis en cette position, on la fait jouer avec rapidité plusieurs fois de suite, de manière à lui faire décrire, comme à l'ordinaire, un arc de 30 à 35 degrés; on conçoit que prenant point d'appui sur la couche d'air supérieure, & portant cet effort sur l'axe de haut en bas, elle obligera l'Aérostate à descendre avec une force proportionnelle à l'excès de cette puissance sur celle que lui donne actuellement la légèreté respective de son volume. On arri-

vera facilement à ce terme en lestant la gondole de manière à la tenir en équilibre à la hauteur que l'on jugera suffisante ; & pour arriver à terre, on aura la ressource d'un petit grappin de fer à trois crochets, attaché à un petit cordeau de 150 ou 200 pieds de longueur que l'on pourra jeter de la gondole comme on jette l'ancre à la mer, qui sera reçu par quelqu'un, & qui dans le besoin pourroit s'accrocher de lui-même.

Enfin, lorsque l'on se trouvera dans le calme, & que la marche ne sera décidée que par les rames, indépendamment de la facilité de tourner la proue en ne les faisant jouer que d'un seul côté, on pourra s'aider encore du gouvernail pour la direction, comme on s'en fert sur les bâtimens qui portent voiles, c'est-à-dire, qu'au lieu de le faire agir par son impulsion à la manière des rames, il suffira de le maintenir dans une position oblique ; car alors le fluide que l'on suppose en repos, ne pouvant se déplacer aussi promptement, étant même refoulé en sens contraire de la marche de l'Aérostate, & obligé de glisser le long de ses côtés, il portera sur ce plan incliné un effort proportionné à la vitesse du sillage. Ce sera au surplus à l'expérience à faire connoître quel doit être ici



l'angle le plus avantageux pour produire l'effet que l'on desire, sans augmenter à un certain point la résistance qui en résultera nécessairement, & qui méritera d'autant plus d'attention, que l'on n'aura pas ici, comme sur mer, l'impulsion d'un autre fluide en mouvement pour la vaincre.

Voilà donc des forces mécaniques qui sont dans la main de l'homme, & qu'il peut très-certainement appliquer à la direction des machines Aérostatiques; le seul doute raisonnable qui puisse maintenant rester, est de savoir s'il sera libre de multiplier ces forces autant qu'il seroit nécessaire pour l'emporter sur l'impulsion directe d'un vent même modéré : mais d'abord c'est accorder que dans le calme le voyageur devient maître de sa route; & en effet on ne peut refuser cet aveu sans contester les principes les plus évidens. Prenons garde, en second lieu, que ce doute n'affecte plus la possibilité en général de diriger en l'air des machines quelconques qui seront en équilibre avec ce fluide, il n'est fondé que sur l'impression trop puissante que nos Aérostats sont exposés à recevoir de son agitation naturelle, à raison de la grandeur de leur volume, que sur la difficulté d'établir des leviers assez forts sur un bâti-

ment aussi léger ; dès-lors le problème de la possibilité de la direction se trouve converti en celui-ci : *est-il possible de donner tout à la fois aux pales des Aérostats, la forme, l'amplitude de surface, la solidité & la vitesse nécessaires, en proportion de leurs diamètres, pour résister au choc des vents & déterminer leur direction, sans excéder le poids qu'ils peuvent supporter en conservant une force d'ascension suffisante ?*

Nous disons, *en proportion de leurs diamètres ;* & l'on conçoit aisément que la force d'ascension ne pouvant être augmentée que par le volume, l'obstacle à la direction croîtroit en raison de la puissance ; & delà vient que la résolution du problème sera toujours plus difficile pour les Ballons remplis d'air dilaté, que pour ceux remplis de gas inflammable ; puisque, toutes choses égales, la force d'ascension que les premiers peuvent acquérir par l'augmentation de volume, n'est à la force d'ascension que gagnent les seconds dans la même progression, tout au plus que :: 2 : 5. Indépendamment de ce rapport fondé sur la comparaison que nous en avons fait dans la première partie, nous sommes persuadés que dans les premiers essais sur-tout, il y aura beaucoup à gagner en réduisant ces machines aux plus petites dimensions possibles, pour élever un ou deux voyageurs,

Mais quelque application que l'on en veuille faire, il est aisé de sentir toute la différence de la question que nous venons d'écarter avec celle que nous lui substituons; celle-ci ouvre la carrière à l'émulation, elle appelle l'industrie que l'autre sembloit repouffer.

Telle est l'idée que nous nous sommes fait de la recherche des moyens de direction, dès le premier instant que nous nous y sommes engagés. Nous avons bien compris que pour faire un essai qui ne fût pas sans utilité, il étoit nécessaire de donner aux moyens que nous voulions mettre en usage, toute l'énergie dont ils étoient susceptibles, afin de ne pas en compromettre les principes au jugement de la multitude qui ne se décide jamais que d'après l'événement; mais il falloit éviter un autre écueil, celui de voir briser par le plus léger zéphir, ou même par la manœuvre, un appareil trop léger pour l'étendue de sa surface & la vivacité de ses mouvemens; il falloit enfin produire, en quelque sorte d'un seul jet, toutes les parties de la machine, car ceux qui se sont occupés de cette construction, savent bien que l'exécution en est trop dispendieuse pour qu'il soit possible de varier les expériences à son gré, & de s'instruire en pratiquant.

Ce n'est pas ici le lieu de rendre compte des dispositions mécaniques que nous avons faites d'après toutes ces combinaisons, on en trouvera la description exacte dans la quatrième partie de ce rapport, & on pourra juger ensuite jusqu'à quel point nous avons réussi à vaincre les difficultés & à nous approcher du but proposé.



---



---

## QUATRIÈME PARTIE.

### *DESCRIPTION de l'Aérostate, expériences & observations.*

**L'**AÉROSTATE est représenté tout appareillé, *planche II, fig. 1*; nous allons en décrire successivement toutes les parties.

Le globe BC est le *Ballon* de taffetas verni, de 27 pieds de diamètre sur la ligne verticale, & de 27 pi. 4 po. de diamètre pris horizontalement; ainsi, le grand cercle moyen de ce sphéroïde est de . . . . 85,347 pieds quarrés.

Sa surface de . . . 2318,593

Et sa capacité de 10498,074 pieds cub.

Nous avons suffisamment fait connoître dans la première partie, la qualité de l'enveloppe & du vernis, ainsi que la manière dont les fuseaux ont été taillés & assemblés (1). Un pied quarré de cette étoffe, couverte de trois couches de vernis & bien sèche, pesoit 7 gros 8 grains; & d'après cette évaluation, la totalité de l'enveloppe n'auroit dû peser que

---

(1) Pag. 23, 24 & suiv.

135 liv. 13 onces, même en y comprenant les doubles des coutures, la calotte de 2 pieds de diamètre destinée à renforcer la partie supérieure, & une pièce pareille taillée en couronne au dessus de l'appendice : cependant elle fut trouvée le 22 Avril du poids de 183 liv. Cette augmentation n'a pu venir que de la nécessité où nous nous sommes trouvés de recharger à plusieurs fois quelques endroits altérés, pour avoir été pliés avant que d'être parfaitement secs, ou immédiatement après avoir éprouvé l'ardeur du soleil. Nous avons fait remarquer que l'air enfermé dans ces enveloppes, acquéroit un degré de chaleur considérable (1), il n'est point de vernis qui ne se ramollisse à cette température; les parties qui viennent à se toucher se collent en refroidissant, & l'enduit est sujet à rester tout d'un côté lorsqu'on veut les détacher.

La *soupape* a été placée en D, tout près du bord de la calotte supérieure. Nous avons d'abord eu l'idée de la remplacer par un refouloir de carton bien lissé, fait en forme

---

(1) Nous avons eu occasion d'observer, depuis ce rapport, qu'un thermometre placé à terre sous un Ballon de taffetas verni rempli d'air commun & exposé au soleil, étoit monté à 60 degrés.

de champignon percé dans le milieu pour recevoir l'appendice, & qui, s'élevant à volonté par le moyen d'une corde passée sur une poulie de renvoi, auroit très-bien servi à déterminer la sortie du gas inflammable, lorsque nous aurions voulu descendre; mais indépendamment du poids de cette machine, qui ne faisoit pas que d'être assez considérable, nous fîmes réflexion que la partie inférieure du globe, s'applatissant naturellement à mesure qu'il se vuidoit, par la pression de l'air extérieur, il faudroit de trop grands mouvemens pour forcer l'appendice à ouvrir passage au gas; enfin, ces mouvemens pouvoient devenir dangereux, dans le cas où il auroit été nécessaire de donner issue au gas trop dilaté, & occasionner la rupture de l'enveloppe, en augmentant l'effort du fluide par une nouvelle pression; nous revînmes donc à la soupape, telle que M. Charles l'avoit pratiquée.

Cette soupape ressembloit exactement à celles que l'on emploie dans les orgues; elle étoit composée d'un morceau de bois vuide dans le milieu, aminci sur les bords, & garni en dedans de peau blanche; le clapet, en bois couvert de la même peau, se fermoit par le moyen d'un ressort de laiton assujetti par une petite chape

de métal, dont les côtés servoient en même temps de guides pour empêcher le clapet de se déranger. Au milieu de la partie supérieure de la chape, on avoit pratiqué un trou bien arrondi, & même poli, par lequel passoit le cordon, afin que, de quelque point qu'il fût tiré, cette espèce de pont lui rendit sa direction naturelle pour faire jouer le clapet.

Cette soupape fut placée entre deux morceaux de taffetas verni, assujettis sur le cadre par le vernis & par de petits clous, cousus ensemble tout autour, & ensuite sur l'enveloppe.

Le cordon passant dans l'intérieur du globe, étoit reçu en E dans un fourreau de peau blanche terminé par un cuir, & se prolongeoit jusques dans la gondole.

L'extrémité du tuyau de l'appendice en E, étoit fermée par une piece de bois circulaire portant une autre soupape, dont le clapet s'ouvroit en dehors, & n'étoit pressé que par un ressort très-foible, à peine capable de soutenir la ficelle qui descendoit à la gondole; ce clapet avoit trois pouces de longueur sur quatre de largeur. *Cette soupape d'assurance* nous paroissoit devoir prévenir toute scissure du Ballon par dilatation spontanée, puisque le gas devoit s'écouler facilement



lement à mesure qu'il se raréfiroit ; comme elle étoit située dans la partie inférieure, nous avons moins à craindre qu'elle laissât quelque passage au gas, hors du cas de dilatation, d'autant plus que le ressort de l'air extérieur auroit suffi pour la tenir exactement fermée. En conséquence nous n'avions donné à la soupape du dessus que 3 pouces  $\frac{1}{2}$  de longueur sur 1 pouce  $\frac{1}{4}$  de largeur, présumant qu'elle ne nous seroit guere nécessaire que lorsque nous voudrions perdre de notre légéreté.

Il est probable que ces dimensions trop étroites ont été cause en partie de la rupture de notre Ballon, lors de l'expérience du 25 Avril : à la vérité nous ne devons pas compter sur une ascension aussi rapide à 2000 toises, puisqu'elle ne fut occasionnée que par l'obstination à retenir les cordes, qui nous obligea de jeter tout notre lest ; mais la prudence consiste à prévoir tout ce qui peut arriver ; on doit donc se tenir pour averti, d'après cette observation, qu'il y a des circonstances où la soupape inférieure ne peut fournir seule un écoulement assez prompt pour empêcher le gas de porter en quelqu'autre endroit de l'enveloppe, un effort de dilatation capable de la déchirer ; & qu'ainsi il est utile d'avoir à la partie supérieure une soupape qui ait au moins le double des dimensions que nous lui

avons données , & qui , à la faveur de sa position , puisse venir plus efficacement au secours de cet accident , en prenant d'ailleurs toutes les précautions pour qu'elle ne s'ouvre qu'à volonté , & se referme sur le champ exactement.

Le *filet* FF, destiné à porter le cercle équatorial & tout ce dont il est chargé , mérite une attention particulière , puisque la sûreté même des voyageurs en dépend ; nous l'avons fait faire avec des tresses ou rubans de fil tors de Rouen , de 16 lignes de largeur ; les mailles portoient 20 pouces quarrés , c'est-à-dire d'un nœud à l'autre , toutes réunies à la partie supérieure par un ruban pareil , cousu sur une pièce de forte toile de deux pieds de diamètre , renforcée par plusieurs autres rubans croisés & piqués dessus.

Sur cette espèce de chapeau , on avoit encore cousu quatre autres grands rubans pareils , de 18 lignes de largeur ; savoir , deux croisés sur le sommet , & les deux autres parallèlement sur les bords opposés. Ces quatre rubans étoient ainsi disposés , comme nous le verrons bientôt , pour soutenir d'un côté le gouvernail , de l'autre l'avant , & mettre la machine en équilibre. Le tout ensemble pesoit 18 livres , même en y comprenant les cordons d'attache au cercle.

Ce filet a toute la solidité que l'on peut desirer, il n'est pas sujet à couper le taffetas, ni à rayer le vernis, comme ceux qui sont faits avec des cordes, de quelques matieres qu'elles soient tissues; les nœuds même prennent une forme aplatie qui les rend moins dangereux (1). Enfin, nous avons reconnu que loin de tourmenter l'enveloppe en glissant dessus, il la renforçoit réellement dans la partie la plus intéressante.

Le cercle équatorial HI étoit formé de quatre grands cercles de frêne, tels que ceux qu'on emploie à relier les cuves. L'écorce enlevée, on les avoit dressés sur toutes les faces, autant qu'il étoit possible, sans altérer le fil du bois; on avoit ensuite courbé en sens contraire les quatre bouts, en les trempant dans l'eau bouillante, pour les disposer à s'appliquer exactement sur deux tasseaux de bois de tilleul, qui devoient faire faillie à l'avant & à l'arrière. Ils avoient été ensuite fixés sur ces tasseaux par une broche de fer à écrou, & cette partie redoublée par une portion de cercle pareil, collé & ficelé dans toute la longueur; les autres bouts qui se

---

(1) Il ne seroit peut-être pas impossible de supprimer encore les nœuds en formant le réseau, comme on voit quelques hamacs de sauvages.

rencontroient à peu près en R, où devoient être posés les axes des rames, avoient été rentés solidement l'un sur l'autre ; on avoit collé en dedans & en dehors un large ruban de fil, enfin ce ruban étoit affujetti par une tresse tournée autour dans toute la longueur, & posée de même à colle forte.

Ce cercle ainsi garni, nervé dans les endroits foibles, & sur-tout dans la jonction des tasseaux, pesoit 43 livres, y compris la rainure circulaire du gouvernail K, *fig. 2*, le support de son axe de 22 pouces de longueur & son arc-boutant.

Il est très-important de choisir pour ce cercle du bois de fil & sans nœuds, & dans le cas où on n'en pourroit trouver, de recouvrir les nœuds des deux côtés avec des lames de baleine, collées & ficelées. S'il ne s'agissoit que d'assurer la suspension de la gondole, ce cercle pourroit être beaucoup plus léger, parce qu'en prenant la précaution de distribuer les cordes de maniere que le nœud coulant passe en même temps sur les attaches du filet, on ne courroit aucun risque, même dans le cas où il viendroit à casser. Mais il est exposé à deux efforts d'un genre différent, & qui exigent plus de solidité.

Le premier est celui qu'il reçoit de la charge de l'avant & du gouvernail, qui étant posés

en bascule sur un de ses points, & soutenus seulement par des tresses attachées à la partie supérieure du filet, tend à le repousser contre le Ballon; effort qui est encore augmenté de toute la résistance que l'air oppose au déplacement du gouvernail, puisque les poulies de renvoi placées aux deux extrémités de la rainure circulaire K, reçoivent la première impression de la force qui tend à le monvoir. C'est ce qui nous a déterminés, lorsque nous avons été obligés de refaire ce cercle, à augmenter son épaisseur jusqu'à 7 à 8 lignes dans son milieu, & à réduire sa largeur à 17 ou 18 lignes.

Le second effort n'est qu'accidentel, c'est celui qu'il reçoit, lorsque le Ballon rempli en totalité, ou seulement en partie, & retenu par des cordes, vient à être poussé par le vent; le point du cercle auquel la corde est attachée du côté du vent, est tiré obliquement de dedans en dehors, il éprouve toute la force de l'impulsion; & pour peu que le vent soit impétueux, il est bien difficile qu'il y résiste, s'il n'a un peu de solidité.

Nous avons fait descendre ce cercle à 2 pieds  $\frac{1}{2}$  au dessous de l'équateur, & nous avons reconnu que cette pratique étoit très-avantageuse; non-seulement parce qu'elle assure sa position horizontale, mais encore par

la facilité qu'elle donne d'approcher la gondole du Ballon fans craindre le frottement des cordes de suspension.

Ce que nous nommons l'*avant*, étoit construit sur les principes établis dans la troisieme partie (1). Il étoit formé d'une piece de toile mince A, tendue sur une tringle de bois perpendiculaire de 7 pieds 4 pouces de hauteur, à 11 pieds du cercle équatorial, & tirée également par deux cordes sur les flancs de l'équateur au point H; on en voit le plan A, *fig. 3*. Sur cette toile on avoit peint d'un côté les armes de S. A. S. Mg<sup>r</sup>. le Prince de Condé, protecteur de l'Académie, & de l'autre les armes de la Province de Bourgogne.

Mais il falloit une charpente capable de supporter cette tringle; pour la rendre à la fois solide & légère, qui sont les deux conditions indivisibles du problème, nous fimes usage d'un moyen sur lequel nous nous arrêterons quelques instans, parce que l'exposition de cette mécanique doit servir à l'intelligence de toutes nos machines.

Une piece de bois qui n'est arrêtée que dans un seul point, plie & casse bientôt lorsqu'on la charge à l'autre extrémité de quel-

---

(1) Pag. 120 & 121.

que poids, ou qu'on lui fait éprouver le moindre choc; sa propre pesanteur suffit pour la faire courber dans la position horizontale, pour peu qu'elle soit longue & mince; & ce n'est qu'en augmentant l'épaisseur en proportion de l'effort qu'elle doit supporter, qu'on la rend capable de résister. On sent que cela étoit impraticable, dans le cas particulier, à cause de la pesanteur énorme qui en auroit résulté.

J'avois réussi, il y a quelques années, à affurer une poutre foible & très-chargée (1), en la faisant plier sur son fil & rapprochant les deux bouts en forme d'arc par une lame de fer boulonnée; j'imaginai que cette combinaison des forces opposées de tension d'un côté & de refoulement de l'autre, pourroit me donner la solidité que je cherchois, en conservant la légèreté, cette spéculation ne m'a pas trompé; voici un exemple de l'application que nous en avons faite.

La piece de bois AGC, *fig. 4*, fait partie de l'une des rames de l'équateur, dessinée sur une plus grande échelle pour en mieux faire sentir tous les détails; elle est de noyer

---

(1) Affiches de Bourgogne, 1776, n°. 36. Gazette du Commerce, &c. même année.

très-sain & choisi avec soin ; elle porte 13 pieds de longueur, 13 lignes de largeur, & 8 lignes seulement d'épaisseur dans le milieu, venant à 7 à l'extrémité C, pour rendre en cette partie la courbure plus sensible. Cette courbure ne vient pas de la disposition naturelle des fibres du bois, cela seroit absolument contraire à l'objet, on l'a choisi le plus droit qu'il a été possible, & on lui a fait décrire la courbe AGC par la tension de la corde H ; par ce moyen, la résistance que la surface entière de la rame éprouve, lorsqu'on la fait mouvoir de C en D, & qui auroit si facilement rompu cette tringle légère, sur laquelle le taffetas est attaché, ne peut pas même la plier en sens contraire, & n'agit plus en effet que sur la corde, comme elle agiroit sur les fibres antérieures du bois, si elles se continuoient parallèlement jusqu'en I ; la force qui en résulte sera donc à peu près la même, elle ne pourra être détruite qu'en rompant la corde, ou refoulant sur lui-même le bois qui la tient tendue.

Les vibrations du mouvement, ou seulement l'excès de la charge, occasionnent quelquefois des allongemens momentanés de la corde, pendant lesquels elle s'approche considérablement de son arc, ou le décide à se courber dans un sens différent. Pour parer à cet



inconvenient, nous avons placé le chevalet I qui est fixé par le pied sur la piece de bois arquée, qui porte à l'autre bout une entaille sur laquelle la corde est attachée.

Enfin, il y avoit à craindre que ces cordes ne vinssent à se relâcher ou à se rompre par excès de tension, suivant la température; on prévient ces accidens en employant de la corde à boyau pour une moitié, & de la corde de chanvre faite exprès de bon fil, pour l'autre moitié; nous avons éprouvé qu'au moyen de cette précaution, elles se maintenoient plusieurs mois de suite sans allongement ni raccourcissement sensibles.

Cette mécanique une fois connue, nous nous contenterons dans la suite de renvoyer à cette explication.

Le support de l'*avant*, dont nous avons interrompu la description, étoit courbé de cette maniere sur toute sa longueur, par le moyen d'une corde passant sur un chevalet; il étoit solidement emmanché dans le tasseau du cercle équatorial; deux treffes partant de la calotte du filet, & attachées vers le chevalet, lui formoient une espèce d'écharpe pour l'empêcher de baisser; & la tringle perpendiculaire qu'il portoit à son extrémité antérieure, étoit épaulée par deux petits bras de bois léger, assemblés à tenon & mortaise, nervés & ficelés dans les jointures.

A la partie supérieure de cette tringle étoit fixée une petite poulie sur laquelle passoit une drisse descendant jusqu'à la gondole , & par le moyen de laquelle on pouvoit tendre ou détendre à volonté la toile L , attachée par les deux autres bouts au filet & au cercle équatorial.

A la partie inférieure de la même tringle , on avoit suspendu une longue *flamme* comme dans l'endroit le plus à portée de la vue des voyageurs , pour leur indiquer la direction des vents.

La toile employée à former l'avant , pesoit 3 gros 24 grains le pied quarré ; la surface entière réduite montoit à 234 pieds quarrés.

La charpente , la toile , les cordes , la poulie , & autres accessoires , pesoient ensemble 14 livres 9 onces.

Le gouvernail M , *fig. 1* , étoit formé d'une seule piece de taffetas de 9 pieds de longueur , de 7 pieds de hauteur d'un côté & de 7 pieds huit pouces de l'autre ; cette piece avoit dans le milieu un fourreau pour recevoir le grand support de bois N , elle étoit tendue sur une espèce de chassis , partie en bois , partie en corde , dont il sera facile d'entendre la construction après ce que nous avons dit précédemment de la force combinée des cordes & des bois courbés.

Le support N est une piece de bois de sapin de 12 pieds de longueur, d'un pouce d'épaisseur, de 2 pouces  $\frac{1}{2}$  de largeur près du manche jusqu'à l'axe O, venant à 14 lignes à l'autre bout.

A cette extrémité est emmanchée une tringle perpendiculaire, courbée en arc par la corde P qui passe sur son chevalet.

A l'autre extrémité, c'est-à-dire près de l'axe, est un autre arc fendu en deux, ou plutôt formé de deux petits arcs réunis à leurs extrémités, & dont la courbure est en sens contraire de la précédente.

Le chevalet de ce dernier arc a deux entailles pour recevoir les deux cordes qui passent de chaque côté du support; il repose sur ce support, sur lequel il a la liberté de couler, n'y étant retenu que par un clou à tête plate, qui passe dans une rainure de 4 pouces de longueur.

Maintenant si l'on suppose deux cordes QQ, d'égale longueur, attachées aux bouts de ces arcs opposés, on conçoit qu'en éloignant ces arcs, ou, ce qui est la même chose, en tirant vers le manche le chevalet de l'arc double, on donnera à ces cordes le degré de tension que l'on jugera à propos, sans craindre de rompre les bois sur lesquels elles tirent, puisque tout l'effet se porte sur la corde qui les tient courbés.

Une autre corde S est tendue de l'extrémité supérieure de l'arc mobile, jusqu'à la roulette qui termine le manche; l'effet qu'elle fait pour attirer hors de la perpendiculaire le bout du grand arc T, est contre-balancé par la tension de deux autres petites cordes V qui passent des deux côtés du taffetas; de sorte que le chaffis est aussi solide que si la partie inférieure de l'arc mobile pouvoit être tirée au centre avec une force égale à celle de la corde S, au lieu que ce bras de levier ne peut être contenu que par une petite corde qui le prend immédiatement sous le manche, & qui le tire parallèlement vers l'axe.

Au moyen de cette disposition, on est dispensé d'arquer à l'ordinaire le grand support, parce que la corde S tend à le faire lever du bout, en prenant point d'appui sur le chevalet près de l'axe, & produit ainsi le même effet.

Toute la charpente de ce gouvernail est en bois de sapin, choisi de fil & sans défaut, nervé dans les jointures, & couvert d'une toile appliquée avec la colle-forte.

Son axe est à 18 pouces du bout de son manche, le bois est garni en cet endroit d'une platine de cuivre portant un canon. La broche de fer, tournée & polie, qui entre dans ce canon, est arrêtée sur un bras de bois de

noyer, de 2 pouces d'épaisseur, emmanché dans le taffeau du cercle équatorial, qui est soulagé aux côtés de l'axe par une écharpe de ruban de fil, pareille à celle dont il a été fait mention dans la description de l'*avant*, & qui lui fait contre-poids. Les bouts de ces rubans sont reportés à différens points du filet sur les côtés pour diviser la charge; & pour que les deux du milieu ne rencontrent pas la corde S, lors du déplacement du manche, on les tient écartés par une petite tringle de bois.

Ce manche est terminé par une roulette très-mobile de bois de cormier, qui entre dans la rainure circulaire K, *fig. 2.*

Enfin, à chaque bout de cette coulisse sont deux petites poulies posées à charniere, sur lesquelles passent les cordes XX, attachées au manche tout près de la roulette, & qui descendent jusqu'à la gondole.

La rainure circulaire, formant un arc d'environ 70 degrés, chaque révolution entiere de ce gouvernail, autour de son axe, faisoit parcourir au point le plus éloigné un arc dont la corde étoit de 10 à 11 pieds.

Il pesoit en totalité 11 livres 6 onces, & présentoit à l'air une surface de 66 pieds quarrés. On juge bien que le taffetas ne pouvoit jamais être assez tendu pour ne pas creu-

ser alternativement du côté où on le portoit par la résistance de l'air, mais cette circonstance étoit plutôt favorable que contraire à l'objet.

Les rames de l'équateur ne nous occuperont pas beaucoup après ce que nous en avons dit en les prenant pour exemple de la combinaison des bois courbés & des cordes tendues. On voit ces rames placées sur l'équateur au point R, *fig. 1*, & sur une portion du même cercle équatorial, dessinée séparément, *fig. 4*. Le grand levier A G C, courbé en forme de cuiller, avoit 13 pieds de longueur depuis l'axe A; il portoit à l'extrémité C une traverse de 50 pouces de longueur, sur laquelle le taffetas étoit fixé avec de petits clous. Les deux lifieres extérieures, renforcées par un ruban, étoient tendues de l'extrémité de cette traverse jusqu'à 1 pied  $\frac{1}{2}$  seulement au dessous de l'axe, afin qu'elles ne pussent jamais froter le Ballon, ni les cordes de la gondole. Les deux largeurs coupées de biais, étoient elles-mêmes clouées le long du grand levier, & le cordon B, attaché au bout du manche coudé F, descendoit jusques dans la gondole.

Chacune de ces rames ressembloit à un triangle isocèle, dont la base étoit en bas; elle présentoit à l'air une surface de 24 pieds

quarrés, qui se replioit facilement lorsqu'elle étoit frappée par ce fluide du côté convexe, qui reprenoit toute sa largeur lorsque la résistance se faisoit du côté concave.

Elles étoient renforcées au point de jonction du manche par deux lames de bois de fil, collées de champ & ficelées sur la renture, & par une large platine de laiton, portant canon pour recevoir l'axe.

Elles pesoient ensemble 11 livres.

La *gondole Y*, destinée à porter deux voyageurs & leurs instrumens, avoit 5 pieds 9 pouces de longueur, 13 pouces  $\frac{1}{2}$  de largeur à la proue, 25 à la poupe, & 3 pieds  $\frac{1}{2}$  de hauteur, compris une balustrade à jour de 10 pouces; c'étoit un simple bâti, d'un bois léger, garni au fond de lambris de sapin, couvert d'un coustil peint au lieu de panneaux, & doublé en papier. La première qui fut exécutée, avoit des panneaux en bois de peuplier, & quelques pouces de plus de longueur & de largeur, nous jugeâmes qu'elle nous ôteroit près de 50 livres de lest, & nous nous déterminâmes à faire celle qui vient d'être décrite, & qui s'est trouvée aussi commode & aussi solide qu'on pouvoit le desirer.

Sur les flancs de cette nacelle peinte en rouge vif, & au dessous de la balustrade, on avoit écrit en gros caractères, sur une espèce

de frise à fond noir, d'un côté, *Aérostate*, de l'autre, *l'Académie de Dijon*; & sur le devant étoit représenté un coq les aîles étendues comme pour s'élever, avec cette inscription: *gallus nunc surgit ad aethera*; l'idée de cette allusion à la gloire que la France a acquise par cette découverte, nous a été communiquée par M. l'Abbé Picardet.

La gondole, compris la table des rames dont il va être question, une planche servant de banc dans le fond, & une autre planche posée de champ sur le devant pour tenir le lest, pesoit quarante-cinq livres. Elle étoit suspendue à vingt-six pieds du cercle équatorial, ou quatorze pieds du Ballon, par quatorze cordeaux; savoir, deux à chaque bout contre les montans, deux de chaque côté, aussi le long des mêmes pieds corniers, & les six autres distribués sur la longueur. Tous ces cordeaux noués l'un à l'autre dans les endroits où ils se croisoient sur le fond, étoient encore entretenus par deux autres cordeaux également noués avec eux, tournant autour de la gondole, l'un à la hauteur de l'appui de la balustrade, l'autre à 1 pied plus bas; & les huit cordeaux des angles étoient fortement attachés deux à deux aux quatre pieds corniers de la balustrade avec un ruban de fil.

Au moyen de cette disposition des cordes,

il



il n'y a pas à craindre que la gondole puisse chavirer, quelque impulsion qu'elle reçoive, nous en avons bien fait l'épreuve lors de l'expérience du 25 Avril, où le vent pouffant horizontalement le Ballon, tandis qu'il étoit retenu, nous nous trouvâmes plusieurs fois dans une situation inclinée de près de 50 degrés.

Enfin, nous nous étions ménagé l'avantage de pouvoir retendre de la gondole les cordes qui pourroient se relâcher, en plaçant à la portée de la main les boucles des cordes de l'équateur, dans lesquelles celles-ci devoient passer; de sorte qu'en tirant sur ces boucles, il étoit facile de les ramener au point de tension nécessaire pour que la charge fût également répartie. Cette précaution nous a été fort utile, puisqu'au plus haut point de notre ascension, nous avons vu trois cordes du même côté qui ne portoient plus rien, & que sans cela il eût été impossible de les remettre en activité.

La gondole portoit aussi des rames. Pour en faire connoître le mécanisme, on a dessiné, *fig. 3*, le plan de la gondole sur une plus grande échelle. B est la rame vue à plat ou horizontalement; C est la rame pareille dans sa position verticale.

Ces rames étoient formées d'une tringle de sapin *D* de 9 pieds  $\frac{1}{2}$  de longueur, dont sept & demi d'un pouce quarré d'épaisseur pour recevoir la pale *BB*, & 2 pieds de manche arrondis & terminés par une roulette, comme celle dont il a été fait mention dans la description du gouvernail.

La pale *BB* étoit composée de deux baguettes de cœur de noyer, fixées d'abord dans leur milieu sur la tringle de sapin, puis rentées à demi bois par leurs bouts en *cc*.  
 Pour donner plus d'affiette à ce chaffis oval, on avoit d'abord collé aux côtés de la tringle, vers les deux bouts du grand axe, des gouffets de bois dur sur lesquels il étoit bien ficelé.

La tringle de bois *D* étoit nervée & couverte d'une toile collée; mais sa solidité dépendoit principalement de la courbure donnée à cet axe, & de la corde tendue sur un chevalet qui entretenoit cette courbure, & portoit tout l'effort du fluide, lorsque la pale étoit poussée sur lui avec vitesse, du côté concave. C'est ici la même mécanique que celle qui a été expliquée précédemment pour les rames de l'équateur (voy. *fig. 4*), & il en résulte le même avantage pour le point d'appui du levier.

Le chaffis oval étoit couvert de taffetas cloué sur l'axe D, & cousu tout autour. Chacune de ces rames présentoit ainsi une surface dont le grand diametre étoit de 7 pieds  $\frac{1}{2}$ , & le petit diametre de 4 pieds, c'est-à-dire, de 25 pieds quarrés  $\frac{1}{7}$ .

Le manche de l'une de ces rames qui n'avoit pu être nervé comme le reste, ayant cassé dans un essai, on le remplaça par un morceau de noyer renté en enfourchement. Elle pesoit 4 livres  $\frac{1}{2}$ , & celle qui n'avoit pas été rentée, un peu moins.

Si ces rames avoient été simplement disposées à se mouvoir de l'avant à l'arrière & réciproquement, dans la même situation, on comprend facilement que l'un des mouvemens auroit détruit l'effet de l'autre; que l'on n'en auroit tiré quelqu'avantage qu'en les exécutant avec des vitesses très-inégaes; que l'action en auroit été sensiblement ralentie, & même qu'il eût été difficile de compter sur la précision qu'exigeoit une semblable manœuvre.

En obligeant le voyageur à tourner lui-même les pales pour les ramener, la manœuvre devenoit encore plus pénible, la régularité des mouvemens plus importante, & deux mains très-exercées auroient à peine suffi pour

régler avec justesse les évolutions d'une seule.

C'est d'après ces considérations que dans le plan présenté à l'Académie le 11 Décembre, j'établis le jeu de ces rames sur des ressorts destinés à en régler les mouvemens, comme on le voit *fig. 4.*

F est une table posée horizontalement sur la proue de la gondole, arrêtée solidement sur l'appui de la balustrade, & portée en faille sur le devant, afin de ménager l'espace sur la longueur. Cette table de bois de noyer est évidée dans toutes les parties qui n'auroient formé qu'un poids inutile.

I est l'axe de la rame droite B qui traverse son manche à 18 pouces du bout, terminé, comme nous l'avons dit, par une roulette, & cette roulette est engagée dans la coulisse de bois *gh*, formant un arc de 70 degrés. Cet axe de fer poli tournant dans un canon adapté aux platines de la rame, est porté par un genou qui se baisse ou se relève, suivant le sens dans lequel le manche est tiré.

Le manche porte près de la roulette & à peu de distance l'un de l'autre, deux pitons de fer de 3 pouces de longueur, dont l'un est parallèle à l'horizon de la pale, & l'autre perpendiculaire, c'est-à-dire, qui forment entr'eux un équerre, & qui sont solidement arrêtés par leurs écrous.

A l'extrémité du piton parallele est attachée une corde à boyau qui s'envide sur le harillet *n*, dans lequel est renfermé un fort ressort de pendule.

A l'anneau du piton perpendiculaire est attachée une autre corde pareille qui va passer sur la poulie placée en *m*, qui revient dans un guide ou coulant au devant de la table près du ressort *n*, & qui se termine par une poignée. La poulie est à charniere pour qu'elle puisse suivre les mouvemens du piton.

La rame B étant actuellement tirée par le ressort du harillet, sa pale se trouve horizontale; mais si on tire avec force la corde de la poulie *m*, le premier effort se porte sur l'anneau du piton perpendiculaire, qui, en s'abaissant, tourne le manche de la rame, le genou de l'axe I se releve, & la pale qui se trouve par-là posée de champ, frappe l'air en tournant autour de cet axe, jusqu'à ce que la roulette du manche soit arrivée à l'extrémité de la coulisse *g*. Alors le voyageur n'a qu'à rendre la main, le ressort du harillet agit à son tour, il tourne le manche en abaissant le piton auquel il répond, le genou de l'axe se plie sur le champ, & la pale est ramenée sans effort, en coupant l'air, sur le premier côté de l'angle de sa révolution.

La rame gauche C, qui est représentée de champ, comme si elle étoit actuellement en jeu, étoit posée de la même manière, excepté que son axe, sa coulisse, son ressort & sa poulie, étoient placés sous la table élevée à dessein pour laisser un espace suffisant entre elle & l'appui de la balustrade.

Dans cette position des rames, la même largeur servoit à placer les leviers opposés des deux manches; le voyageur n'ayant qu'un seul mouvement à exécuter, pouvoit appliquer toutes ses forces à en augmenter la vitesse; il avoit enfin l'avantage d'être tourné vers la proue, de juger ainsi tout à la fois sa route & l'effet de ses manœuvres.

Le poids de la table qui vient d'être décrite, a été compris dans le poids de la gondole, à laquelle elle est naturellement fixée.

Pour ne rien omettre, nous ajouterons que le fond de la gondole étoit percé dans le milieu pour recevoir un cordeau de 150 pieds de longueur, portant un *grappin* à trois crochets, & ce cordeau passé dans un nœud coulant qui tournoit au dessous de l'appui de la balustrade, pour qu'on eût en même temps la facilité de le jeter & de tirer sur le fond, lorsqu'il seroit retenu ou accroché.

## §.

Après avoir donné la description de notre Aérostate, il ne nous reste plus qu'à rendre compte de l'expérience pour laquelle il avoit été construit. Nous suivrons dans cette partie l'ordre chronologique qui nous fournira naturellement l'occasion d'indiquer rapidement tous les accidens qui l'ont successivement retardée.

L'on avoit commencé le 28 Décembre à tailler l'étoffe pour l'enveloppe, & , malgré la rigueur de la saison, nous nous flattions d'être prêts pour la fin de Janvier; mais les neiges continuelles ne permirent pas de dresser la tente sous laquelle le Ballon devoit être enflé, on fut même obligé le 13 Février de le transporter dans la salle de l'Académie pour l'éprouver, pour la première fois, par l'air commun.

Le premier projet avoit été de n'y faire entrer que du gas inflammable économique, c'est-à-dire, retiré par la distillation de la racine tubéreuse du *salomon*; mais à mesure que l'on avoit avancé dans l'exécution des machines à diriger, nous avons reconnu que notre Ballon n'avoit pas assez de diametre pour nous donner avec ce gas toute la légè-

reté dont nous avons besoin (1), & nous avons pris la résolution de l'augmenter par une portion d'environ  $\frac{1}{4}$  de gas inflammable retiré du zinc par dissolution.

Tous les approvisionnementens avoient été faits en conséquence, & on n'attendoit plus que les grandes cornues de fer fondu, dont le modele avoit été envoyé au fourneau dès les premiers jours de Janvier, & dont le transport n'étoit retardé que par l'impossibilité de les voiturer dans des chemins de traverse pendant les pluies & les neiges.

Ces cornues arriverent enfin le 22 Février, le 23 à une heure après midi on en chargea deux qui furent placées dans leurs fourneaux, & une demi-heure après, deux boîtes d'artifice annoncerent que le premier tonneau de gas venoit de passer dans le Ballon.

On s'apperçut bientôt que ces cornues perdoient le gas de tous côtés, trois des quatre étoient percées à jour en plusieurs endroits avant d'avoir senti le feu; la quatrieme avoit aussi grand nombre de soufflures moins apparentes, qui ne tarderent pas à s'ouvrir, & dans toutes le tuyau latéral qui, au lieu d'être coülé en même temps suivant l'art, avoit été

---

(1) V. ci-devant pag. 23 & 80.



simplement rapporté, n'étoit soudé que dans quelques points. On ne se rebuta pas, plusieurs ouvriers travaillèrent avec autant de zèle que d'intelligence, & comme d'émulation à les faire durer jusqu'à la fin de l'opération, on passa sans interruption plusieurs jours & plusieurs nuits à les revêtir de fer battu, à les lutter avec différentes compositions, à les placer, les ôter & les remettre successivement au fourneau.

Malgré tous ces efforts le Ballon se trouvoit à peine le 28 en état de quitter terre de lui-même, on abandonna les cornues, on eut recours à l'acide vitriolique; on eut bientôt épuisé tout ce qui se trouvoit dans la Ville, il fallut en envoyer chercher à grands frais dans les Villes voisines; pour lors on multiplia les appareils au feu, le 29 le Ballon fut tiré de dessous la tente & placé dans le jardin pour achever de le remplir; mais on ne put en venir à bout, les appareils fournissoient considérablement & le volume n'augmentoît pas, tout l'hémisphère inférieur restoit vuide, on avoit peine à comprendre d'où cela pouvoit venir, ce ne fut que trois jours après que l'on découvrit deux incisions faites à l'enveloppe avec un instrument très-tranchant, à la hauteur du cercle équatorial.

On avoit cependant profité de la force d'ascension que le Ballon avoit déjà pour faire quelques essais sous les yeux du public. Le 29 le Ballon fut élevé sous corde à plus de 130 pieds de hauteur, chargé du filet, de l'équateur, & d'un tuyau de fer blanc de 5 pieds de longueur, abouché à l'appendice. Il n'étoit plein qu'à moitié tout au plus, dans cette moitié il y avoit près de trois quarts de gas de distillation, & il soutenoit cependant plus de 260 livres, & il les emportoit avec force, puisque l'on eut peine à le retenir : encore faut-il observer qu'il y étoit entré sur la fin de l'acide méphitique, lorsque les chefs des ateliers, excédés de dégoût & de lassitude, en avoient abandonné la conduite à des manœuvres ; c'est ce que nous jugeâmes très-bien, lorsqu'ayant retiré le 2 Mars une portion de cet air par l'appendice, nous le trouvâmes dans le rapport de pesanteur avec l'air commun :: 10 : 13, & nous ne pûmes le faire détonner qu'après l'avoir passé par l'eau de chaux. Il étoit bien certain que le gas acide s'étoit précipité ; car si la masse entière eût été de même nature, il s'en seroit fallu plus de 160 livres que le Ballon n'eût pu se mettre en équilibre avec l'air commun.

Le lendemain 30, on continua ces essais, le Ballon avoit passé la nuit à l'air, il étoit le matin tout couvert de givre ; cependant dès que le soleil l'eut séché, il quitta terre & se soutint comme la veille ; cette circonstance me parut favorable pour juger de l'effet du gouvernail. J'avois pris à tâche de lui donner le plus d'amplitude qu'il seroit possible, mais j'avois lieu de craindre en même temps qu'il ne pût se soutenir en l'air, que sa charpente légère ne pût résister aux mouvemens ou seulement à l'impulsion du vent sur une surface de 66 pieds, & il n'y avoit que l'expérience qui pût me rassurer à cet égard ; on plaça d'abord les bois & les toiles de l'avant, comme devant faire contre-poids ; ensuite le gouvernail fut posé sur son axe ; je pris alors, sous le Ballon, une situation correspondante à celle de l'arrière de la gondole, si elle eût pu être suspendue, & je tirai les cordons pour amener le manche à droite & à gauche, précisément comme ils devoient être tirés dans la manœuvre ; j'eus la satisfaction de voir que, malgré la résistance des quatre cordes attachées à des piquets pour retenir le Ballon, il y avoit à chaque mouvement un déplacement sensible de l'arrière, ainsi qu'il est représenté par la ligne ponctuée

*fig. 2* ; que quoique le vent fût assez fort & tombât presque perpendiculairement sur le gouvernail, je parvenois avec un peu d'effort à lui faire faire sa révolution entière contre ce courant ; enfin , qu'il ne pouvoit plus y avoir de doute sur sa solidité, puisqu'il étoit resté quatre heures entières exposé au vent, sans pouvoir céder à son impulsion , à cause des cordes, ce qui est sans contredit la plus défavorable de toutes les positions.

La continuité des pluies nous obligea de vider le Ballon pour le mettre plus en sûreté qu'il n'étoit sous la tente, où il étoit trempé par les gouttieres, tourmenté par les vents, & souvent en péril d'être écrasé sous les perches, qui ont été plus d'une fois brisées.

Le 13 Mars, le temps parut se mettre au beau, le barometre étoit à 27 pouces 7 lignes & le vent au nord, nous crûmes que le moment étoit venu de satisfaire l'impatience de MM. les Souscripteurs. On commença à neuf heures à garnir les appareils au bain de sable, il fallut approcher des charbons allumés des robinets pour les dégeler ; à 2 heures après midi le Ballon avoit pris un accroissement de 8 pieds de hauteur ; à trois heures tous les fourneaux étoient inondés, les trois quarts des bouteilles de verre cassées par le refroidissement.

difformement fubit, la tente percée, & le Ballon affaibli sous le poids de l'eau amassée dans ses plis.

On éleva le 14, en moins de sept heures, un angar couvert de planches sur les appareils; mais le Ballon ne pouvoit être abrité de même, la pluie continuoit, il fallut encore le vuidier pour le ferrer, & nous primes cette fois, suivant le vœu général, la résolution d'attendre un temps moins variable; on jugea que nous avions assez lutté contre les éléments, & qu'il étoit juste de mettre un terme aux sacrifices multipliés & considérables qu'ils nous avoient occasionnés.

Dans les premiers jours d'Avril le Ballon fut enflé d'air commun, pour reconnoître & réparer le dommage qu'il avoit souffert, ce qui donna lieu à l'observation intéressante de l'accumulation de la chaleur dans les enveloppes vernies, dont il a été parlé dans la première partie (1).

Le 24 Avril le vent changea, le barometre qui s'étoit tenu assez haut depuis le 18, quoiqu'il y eût eu peu de jours sans pluie, nous inspira plus de confiance; il fut décidé à fix

---

(1) Voy. pag. 30 & 31.

heures du soir que l'on commenceroit le travail pour remplir, & à neuf presque tous les appareils au bain de sable étoient en train.

Nous n'avions pas prévu que le dégagement du gas dût être si prompt, on n'avoit arrêté le cercle que par quatre cordeaux jusqu'à ce que l'on pût retourner le Ballon, & on avoit remis au lendemain à arranger définitivement le filet : vers les deux heures du matin, le cercle équatorial fut rompu, ainsi qu'un des cordeaux, par la force d'ascension du Ballon. On travailla à réparer le cercle, à ramener la soupape au centre du filet, on différa de charger les appareils au zinc ; & , malgré cela , le Ballon se trouva tellement plein vers les dix heures, qu'il fallut interrompre la communication, & laisser perdre le gas que les tonneaux chargés de fer & de zinc donnoient encore abondamment. On fut même obligé d'ouvrir plusieurs fois l'appendice, sans quoi l'enveloppe auroit pu crever par la dilatation occasionnée par le soleil.

On a consommé dans cette opération 4600 livres d'acide vitriolique concentré à 66 degrés.

On avoit préparé un millier de zinc pulvérisé, il n'y en eut que 247 livres d'employé.

Suivant les calculs que nous avons donnés, dans la seconde partie, des produits des divers appareils, il falloit à peu près 4300 livres d'acide pour les 10500 pieds cubes de gas que pouvoit tenir notre Ballon. Si on retranche maintenant du produit total des 4600 livres, ce que les appareils ont continué de fournir, après que la communication a été interrompue, on verra que la perte occasionnée par quelques défauts inévitables de manipulation, ainsi que la transpiration par l'enveloppe pendant la durée de l'opération, se réduisent à bien peu de chose.

La force d'ascension fut exactement mesurée par le moyen d'une très-bonne romaine à cadran, donnée à l'Académie par M. le Comte de Buffon; les cordes destinées à suspendre la gondole, furent nouées ensemble sous le Ballon; on y passa le crochet de la romaine, fixée à terre par le crochet opposé tirant sur une corde tendue & attachée à deux forts piquets, elle marqua 450 livres; à quoi ajoutant son propre poids de 79 livres qui fut soulevé avant toute compression des ressorts, la force totale se trouva de 529 livres.

Or, en suivant l'évaluation que nous avons donnée du poids de l'air commun (1), le

---

(1) Pag. 53.

volume d'air déplacé étoit de 913 livres; & déduisant de cette somme, 1°. les 529 livres de force d'ascension, 2°. 244 livres pour le poids de l'enveloppe, du cercle équatorial & du filet, 3°. environ 8 livres de corde (1), il reste précisément 132 livres pour le poids du gas remplaçant les 10498 pieds cubes d'air commun, d'où on tire le rapport de pesanteur spécifique de ce gas à celle de l'air commun :: 145 : 1000.

En ne supposant le rapport de l'air à l'eau que comme 1 à 855, & n'estimant en conséquence le pied cube d'air commun que 754, 526 grains, le poids total de cet air déplacé n'iroit pas tout-à-fait à 860 livres; or, déduction faite du poids des autres matieres enlevées, il ne resteroit que 79 liv. pour celui du gas inflammable. Cette évaluation, qui le supposeroit près de onze fois plus léger que l'air commun, nous paroît d'autant moins pouvoir être adoptée, qu'il étoit presque en entier tiré du fer, & qu'il n'avoit pas éprouvé une chaleur capable de le raréfier aussi considérablement.

---

(1) Les cordes ayant 8 à 9 lignes de tour, peuvent sans erreur sensible être comptées à raison de 2 gros par pied.



Il n'y avoit plus qu'à équiper l'Aérostate, ce travail fut encore retardé par quelques accidens; le bras qui portoit l'axe du gouvernail, étant adhérent au cercle, on avoit été obligé de le laisser pendant deux mois sous la tente, il s'étoit tourmenté par l'humidité, l'axe ne se trouvoit plus au centre de l'arc creusé pour recevoir le manche, & le vent le fit échapper plusieurs fois de la rainure; on y rapporta une fausse joue, le temps ne permettoit pas d'en substituer une autre.

Enfin, vers les quatre heures & demie, nous entrâmes, M. l'Abbé Bertrand & moi, dans la gondole, & nous fîmes bientôt le signal de filer les quatre grandes cordes attachées au cercle équatorial, auxquelles nous avons donné 130 pieds de longueur, pour servir, s'il en étoit besoin, à nous éloigner des bâtimens.

La suite de l'expérience est déjà connue de l'Académie par le procès-verbal que nous avons rédigé à Magny, & que nous avons été obligés de livrer à l'impression le jour même de notre arrivée, pour satisfaire l'empressement flatteur de nos compatriotes. Nous déposons l'original pour être joint à ce rapport; nous avons suppléé par des notes, les faits

dont nous ne pouvions être pleinement instruits lors de sa rédaction, & quelques explications qui nous ont paru nécessaires.

Fait à l'Académie, à Dijon, le 29 Avril 1784. *Signé*, DE MORVEAU, CHAUSSIER & BERTRAND, Commissaires.



---

---

# PROCÈS-VERBAL

DE

L'EXPÉRIENCE AÉROSTATIQUE

DU 25 AVRIL.

**N**ous soussignés Commissaires pour monter l'Aérostate *l'Académie de Dijon*, avons rédigé, comme il suit, un premier procès-verbal succinct, avant de quitter le lieu de notre arrivée.

Le vent très-fort & tourbillonnant qui s'étoit levé quelques instans avant notre départ, & qui nous avoit déjà repouffés contre terre plusieurs fois de toute la hauteur des cordes qu'on filoit, nous ayant fait craindre qu'il ne brisât tous nos agrêts, qu'il ne nous jetât du moins sur la Ville, étant précisément au pied du plus haut de ses clochers, nous primes la résolution de jeter successivement assez de lest pour vaincre la résistance qu'il nous oppoisoit (1); ce qui l'épuisa en entier, & même

---

(1) La violence du vent avoit tellement alarmé pour nous, que l'on crioit de toutes parts de ne point lâcher

partie de nos provisions que nous estimons devoir être de 75 à 80 livres : mais à peine eûmes-nous dépassé la hauteur des toits de

---

les cordes ; nous avions 79 livres de lest & des bouteilles remplies d'eau pour prendre de l'air, des habits, des provisions & des instrumens, pesant ensemble plus de 30 livres. Nous jugeâmes d'abord que nous n'avions pas assez de force d'ascension pour vaincre la résistance du vent, & nous nous débarrassâmes de quelques livres de lest. Nous donnâmes ensuite à plusieurs reprises le signal de lâcher les cordes, nous le lisions en même temps sur l'instruction écrite, pour que l'on ne pût douter de notre intention ; M. le P. de Virly le répétoit à terre, ayant aussi le papier à la main ; mais le vœu général étoit qu'on ne les abandonnât pas, & il prévalut. Voyant que nous étions toujours ramenés contre terre, souvent dans une situation très-oblique, nous continuâmes de nous alléger, & la force d'ascension devint telle, que l'un de ceux qui s'obstinoient à retenir les cordes, & qui pesoit 160 livres, fut enlevé de trois pieds de terre, & retomba sur son épaule ; il a avoué depuis qu'il avoit eu le projet d'attacher la corde à son poignet ; on conçoit tout le danger qu'il auroit couru, & auquel il nous auroit nous-mêmes exposés. La dernière corde ne nous fut rendue qu'à 4 heures 58 minutes ; les ficelles par lesquelles nous devions ramener à nous ces cordes pour les couper, avoient été forcées, ce qui nous chargea de près de 8 livres ; dont nous ne pouvions plus nous défaire.

Au moment où nous avons quitté terre, on avoit observé le barometre à 27 pouces 6 lignes, le thermometre à 11 degrés au dessus de zero, & le vent étoit à l'ouest.

l'Eglise, notre ascension fut si rapide, que nous ne vîmes plus son clocher qu'en plongeant & fort au dessous de nous.

La forme de notre Ballon nous annonçant alors une très-forte dilatation occasionnée à la fois par la chaleur du soleil & la diminution de densité de l'air environnant, nous avons fait jouer nos deux soupapes; mais elles n'ont pas suffi à écouler le fluide, & le Ballon s'est ouvert de la longueur de 7 à 8. pouces dans la partie inférieure, tout près de l'appendice, ce qui nous a plutôt rassurés qu'effrayés.

Nous nous sommes trouvés dans un calme presque plat, au point de nous regarder comme stationnaires; cependant nous nous aperçûmes bientôt que nous étions déjà loin de la Ville.

A cinq heures cinq minutes nous passâmes sur un Village que nous ne connûmes pas, où nous laissâmes tomber un billet attaché à une pelotte remplie de son, portant bande-rolle, lequel annonçoit que nous nous trouvions très-bien, que le barometre étoit à 20 pouces 9 lignes, le thermometre à 1 degré  $\frac{1}{2}$  au dessous de zero, l'hygrometre à 59 degrés de l'échelle de M. Retz, & 24  $\frac{1}{2}$  de l'échelle de M. Copineau.

Nous avons laissé tomber deux autres bil-

lets (1), mais écrits au crayon, le froid ne nous permettant plus de tenir la plume : à 5 heures 11 minutes, il étoit à 3 degrés au dessous de zero, c'est-à-dire, qu'il étoit descendu de 14 degrés  $\frac{1}{2}$  depuis notre départ(2).

---

(1) Un de ces billets a été trouvé quelques jours après attaché à sa pelotte, dans un bois appelé le Varrin, entre Cessley & Bressley ; la pluie avoit détrempe le papier & rendu l'écriture illisible.

(2) Cette augmentation de froid annonce que nous nous étions encore fort élevés depuis la dernière observation du barometre, en effet nous le vîmes à 18 pouces 10 lignes, & nous en fîmes sur le champ la note ; mais nous étant apperçus qu'il étoit sorti un peu de mercure du tube inférieur, nous ne voulûmes pas en faire mention avant que d'avoir vérifié si cet accident pouvoit influer sur la justesse de l'observation. Ce barometre avoit été construit par le sieur Goubert, sur les principes de M. de Luc, excepté qu'il avoit substitué au robinet un piston glissant dans un bouchon de liége, enfoncé dans une tubulure adaptée à la branche inférieure au dessus de la courbure : ce globule de mercure s'étoit échappé parce que le bouchon s'étoit un peu soulevé. Nous avons vérifié que cela ne changeoit rien à la somme des hauteurs des deux colonnes.

On fait que l'estimation des hauteurs par la colonne du mercure dans le barometre n'est pas une mesure bien exacte, sur-tout au delà d'un certain espace ; il s'en faut même beaucoup que les Physiciens soient d'accord sur la maniere d'en conclure l'approximation la plus sûre : cependant nous croyons qu'il ne sera pas inutile de

Nous observâmes la chute d'un de ces billets à la montre à secondes; il fut sans doute soutenu par le ruban flottant; car quoiqu'il tombât assez perpendiculairement, nous comptâmes 57 secondes avant qu'il touchât terre (1).

Le froid vif nous faisoit les oreilles, & c'est la seule incommodité que nous ayons éprouvée, & dont nous avons été bien dédommagés par ce sentiment que M. Charles a si bien peint. Nous n'avons qu'un trait à ajouter à son tableau, c'est qu'il nous a paru plutôt affoibli qu'exagéré, lorsque nous avons vu

donner ici notre plus grande ascension calculée d'après les deux méthodes les plus généralement adoptées.

En comptant, avec M. M. Cassini & Maraldi, dix toises pour chaque ligne d'abaissement au bord de la mer, avec la progression d'un pied par ligne, on trouvera que notre Aérostate s'est élevé à 2106 toises au dessus du niveau de la mer, & 2002 toises au dessus du sol de Dijon.

Suivant la règle de M. de Luc, cet abaissement du mercure indique seulement une élévation de 1644 toises, & il en faut retrancher neuf pour la correction de l'effet de la chaleur.

(1) Il est possible que nous l'ayons perdu de vue avant qu'il ait réellement touché terre; cela devient assez indifférent, puisqu'il n'est pas question d'appliquer ici la règle de la chute des graves qui donneroit déjà 48735 pieds pour les 57 secondes.

une mer de nuages couler sous nous , & nous isoler de la terre ; nous répétâmes alors de concert la devise emblématique de notre Aérostate : *Surgit nunc gallus ad æthera.*

Le soleil commençant à baisser , après nous avoir donné le spectacle d'un superbe parélie (1) , nous nous aperçûmes que la partie inférieure de notre Ballon s'applatissoit , qu'il étoit temps de choisir le lieu de descente : nous jugeâmes par la bouffole , que nous n'étions pas loin de la Ville d'Auxonne , & nous crûmes la reconnoître à sa masse , à environ 25 degrés sur notre droite ; nous ne nous trompions pas. Nous prîmes la résolution de faire usage de toutes nos manœuvres pour diriger vers ce point ; elles avoient été fort endommagées par le coup de vent que nous avions éprouvé à notre départ. Le gouvernail étoit déboîté , une des rames avoit été cassée à l'axe de son manche , & s'étoit

(1) A six heures le soleil étant à la hauteur de 10°. au dessus de l'horizon , un second soleil vint se placer tout-à-coup à 6°. à peu près du premier , & sembloit lui disputer le droit de nous éclairer ; il étoit composé de plusieurs cercles concentriques , disposés sur un fond d'une blancheur éblouissante , & les circonférences de ces cercles étoient nuancées de plusieurs couleurs foibles comme un arc-en-ciel qui s'efface.



détachée au premier moment où nous en voulûmes faire usage pour nous éloigner de Dijon (1). La rame de l'équateur, du même côté, s'étoit engagée dans une des quatre grandes cordes filées lors du départ, & que nous n'avions pu ramener à nous pour les couper. Il ne nous restoit donc que les deux autres rames, qui, se trouvant du même côté, nous ont été absolument inutiles pendant la plus grande partie de notre marche, dans le calme, & même lorsque nous étions portés en tournant, sans courant sensible; mais étant tombés dans un courant qui nous jetoit sur l'est, nous fîmes jouer ces rames avec beaucoup de facilité, sans aucun inconvénient, pendant 8 à 9 minutes, & elles nous faisoient tellement virer au sud-est, point de notre des-

---

(1) Elle est tombée au dessus de l'enclos des Argentieres, vers Mirande. Plusieurs personnes nous ont assuré qu'ils avoient cru d'abord que c'étoit un billet que nous jetions. On a observé qu'elle avoit mis un temps considérable à arriver jusqu'à terre; le vent l'éloigna sans doute un peu de la perpendiculaire, mais cela n'empêche pas que le point de sa chute ne serve à déterminer notre marche. La hauteur à laquelle nous étions, faisoit tellement illusion, que l'on a cru à Talant que nous étions directement sur son clocher, & ainsi de grand nombre d'autres Villages dont nous n'avons pas même approché d'une lieue.

tion, que nous sentions déjà la nécessité de ménager cette force pour dériver quand il en seroit temps, sur-tout n'ayant rien pour nous rappeler à l'est.

Nous espérions donc pouvoir descendre près de cette masse que nous jugions *Auxonne*, mais nous perdions beaucoup par l'ouverture de notre Ballon : nous entrions alors dans un grand espace couvert de bois ; nous nous fentions descendre ; nous gardâmes le peu de lest qui nous restoit, & qui n'étoit guere que les planches mobiles qui nous servoient de banc pour ralentir la chute, s'il en étoit besoin ; nous n'en jetâmes qu'une seule ; nous descendîmes très-doucement sur un taillis, que nous avons appris depuis s'appeller *le Chaignet*, appartenant à Mad<sup>e</sup>. la Comtesse Ferdinande de Brun, territoire de la Marche. A peine notre gondole toucha-t-elle l'extrémité des branches, qu'elle se releva avec force ; nous faîsîmes ces branches pour nous ancrer (1), pour n'être pas jetés sur quelques arbres qui se trouvoient de distance en distance. Nous

---

(1) Nous pensâmes bien à faire usage du grappin, mais il étoit resté à la main de celui qui le tenoit au moment de notre départ ; le cordeau n'avoit pas été destiné à résister à une force d'ascension aussi considérable que celle que nous fûmes obligés de nous donner.

essayâmes de descendre en tirant les tiges de ce taillis, comme on marche sur mer à la toue, il ne nous fut pas possible. Nous entendîmes du monde; nous appellâmes pour nous aider à arriver à terre; c'étoient des Habitans de Magny-lès-Auxonne: l'un d'eux nous répondit qu'il viendroit volontiers, *si nous voulions ne lui point faire de mal*; nous le rassurâmes. Son exemple & nos invitations décidèrent enfin ses camarades, & nous touchâmes terre à six heures 25 minutes. Dans le nombre des Habitans qui s'y rendirent, on a remarqué deux hommes & trois femmes qui se mirent à genoux devant notre Ballon.

A peine eûmes-nous attaché notre Aérostate, laissé quelqu'un à sa garde, & expédié un courier pour donner à Dijon de nos nouvelles, nous trouvâmes sur la route de Magny plusieurs personnes qui, nous ayant vu d'Auxonne, venoient à notre rencontre, & qui ont bien voulu signer avec nous ce procès-verbal rédigé à la Cure d'Athé, Village voisin de Magny, le 25 Avril 1784. Signé, DE MORVEAU & BERTRAND, Commissaires.

Signé ensuite BIDAL, Curé d'Athé; BUVÉE, Lieutenant civil & criminel au Bailliage d'Auxonne; Le Chevalier DE SUREMAIN, Officier d'Artillerie; DENEUX, Officier d'Artillerie; ROUSSOT, Avocat

188 DE L'AÉROSTATE

*au Parlement*; DE BELGRAND, *Maître en Chirurgie*; RADEPONT fils, *Orfèvre*; CORNU, *Entrepreneur*; LAGRANGE, BELLIDENT, TERRIER, LANAUD, RUDE, BOUROTTE, ROUSSEL, FRANTIN, DEMARTINECOURT, & MATHEY.





# S E C O N D E

# E X P É R I E N C E

*AVEC LE MÊME AÉROSTATE.*

**O**N verra dans le procès-verbal de cette seconde expérience, quel en étoit principalement l'objet; je ne puis le rappeler sans témoigner ma reconnaissance à MM. les amateurs, qui ont ouvert, de leur propre mouvement, la seconde souscription, dans l'idée avantageuse qu'ils avoient prise de mes moyens de direction, & pour me fournir l'occasion d'en faire un essai plus complet. Ce procès-verbal rédigé, j'ose le dire, dans cet esprit qui convient à des Académiciens, & qui leur impose l'obligation d'apporter plus de scrupule à vérifier ce qui les flatte, que le charlatan ne met d'adresse à dissimuler ce qui le contrarie, me paroît donner, par le fait, autant que le comporte un premier & unique essai, la solution du problème de la possibilité de la direction, pourvû qu'on la circoncrive dans les bornes que j'avois

d'avance proposées d'après la théorie (1).

Je décrirai en peu de mots, les changemens & additions qui nous avoient paru nécessaires.

On avoit été obligé de refaire le cercle équatorial pour la troisieme fois, après l'accident du 30 Mai, & il fut encore renforcé au point qu'il se trouva du poids de cinquante livres : à la vérité la rainure circulaire du manche du gouvernail, qui fait partie de ce cercle, avoit été aussi refaite à neuf, & augmentée dans ses dimensions pour lui donner plus de solidité.

On avoit posé une nouvelle soupape à la partie supérieure du Ballon, & on lui avoit donné 2 pouces de largeur & 4 pouces  $\frac{1}{2}$  de longueur, d'après l'observation rapportée ci-devant, pag. 145.

Le manche de la rame qui avoit été cassé lors de la premiere expérience, avoit été simplement renté en bois de noyer.

On avoit cru pouvoir conserver pour ces rames les premieres poulies à chape & roue de cuivre : j'ai bien regretté de n'avoir pas fait faire les chapes en fer, comme celles du gouvernail. La roue renflée par la chaleur, a

---

(1) Voy. ci-devant pag. 108 & suiv.

été ferrée dans la chape, & le frottement est devenu très-dur; celle du côté gauche a même refusé absolument de tourner, & il ne m'a pas été possible de lui rendre la liberté en forçant à coups de marteau une lame de couteau entre elle & le devant de la chape; de sorte que la corde à boyau qui passoit dessus, s'échauffoit, & se seroit brûlée si je ne l'avois humectée de temps en temps avec de la salive. On conçoit que cet accident a presque doublé la fatigue de cette manœuvre.

Cette seconde expérience devant se faire dans un temps où les nuages sont très chargés d'électricité, il étoit prudent de se mettre en garde contre les explosions; nous ajoutâmes donc à notre machine un conducteur & un électromètre.

Le *conducteur* étoit formé d'un fil de laiton de 1 ligne de diamètre & de 3 pieds de longueur, terminé d'un bout en pointe très-fine, portant de l'autre bout une tresse de faux galon de 6 lignes de largeur, roulée en corde pour donner moins de prise au vent, & de 10 pieds de longueur. Le fil de laiton étoit courbé vers le milieu pour porter en avant sa pointe sur une ligne oblique, & la courbure formoit deux anneaux un peu écartés, dans lesquels passoit un cordon de soie qui servoit à le suspendre. Ce cordon étoit attaché par

un bout à l'extrémité inférieure de la partie la plus avancée de l'Aérostate A, *fig 1, pl. II* ; il revenoit passer dans une boucle de verre posée à même hauteur & à peu de distance, & delà à la proue de la gondole ; de sorte qu'il étoit éloigné de plus de vingt pieds de la gondole en ligne horizontale, & que les voyageurs pouvoient néanmoins s'en débarrasser à volonté, en coupant le cordon de soie.

Ce conducteur étoit terminé par huit branches du même galon, fixées un peu au dessus de leurs extrémités, sur un cercle de baleine qui entretenoit leur divergence.

L'*électrometre* étoit un vase de verre conique garni à sa base de feuilles d'étain, portant dans le haut une tige de laiton terminée en pointe, à laquelle étoient suspendues dans l'intérieur, par des fils métalliques, deux petites boules de moëlle de sureau. Il étoit attaché au conducteur par un cordon de soie, de maniere qu'il ne pouvoit le toucher que par sa base.

Le conducteur, l'*électrometre* & leurs accessoires, pesoient ensemble 10 onces trois gros.

Cet appareil occupant la place de la flamme de l'avant, nous en fimes poser une de chaque côté sur la même ligne, seulement plus rapprochées du Ballon.

Enfin, la gondole portoit *pavillon* de Bour-  
gogne



gogne à fond blanc, chargé d'un fautoir écoté rouge.

En rendant compte des préparatifs de cette expérience, je ne dois pas omettre une observation importante à laquelle ils ont donné lieu.

Le 29 Mai le Ballon avoit été enflé d'air commun; nous jugeâmes à propos de le laisser en cet état jusqu'au lendemain soir, pour laisser sécher quelques endroits qui avoient été recouverts de vernis. Nous avions déjà remarqué que l'air enfermé dans ces enveloppes, acquéroit une chaleur considérable; ce jour même nous avions observé que le thermometre y étoit monté à 39 degrés, tandis qu'il se tenoit à 23 exposé au soleil: mais lorsque M. de Virly avoit imaginé qu'un Ballon plein *d'air commun*, dilaté seulement par la chaleur du soleil, pourroit s'élever (1), il ne s'attendoit pas à voir réaliser sous ses yeux cette conjecture d'un maniere aussi frappante.

Le 30, il s'éleva à midi & demi un vent un peu vif qui commença à agiter le Ballon. Deux hommes laissés à sa garde, voulurent

---

(1) Voy. ci-devant pag. 31.

le retenir par les mailles du filet , les morceaux leur restèrent à la main : il s'éleva d'abord , dans la cour , au dessus de l'une des perches , de quarante-trois pieds , qui avoit été placée pour élever le filet , emportant ce filet , le cercle équatorial & des cordes , du poids de plus de 65 livres , c'est-à-dire , près de 250 livres , compris le poids de l'enveloppe.

Il étoit retenu par trois cordeaux passés sur une grosse corde tendue entre les deux perches ; il en cassa deux , & emporta le piquet du troisième ; il sortit de la cour par-dessus un bâtiment situé à l'est : s'étant abaissé dans une autre cour derrière ce bâtiment , le nommé Crofnier , âgé de seize ans , pesant soixante & onze livres , saisit courageusement une des cordes pour le retenir , & la tourna autour de son poignet ; il fut entraîné dans l'instant par-dessus un mur de clôture de neuf pieds , & retomba de l'autre côté. Le Ballon continua sa route , passa sur la première allée du cours de la porte Bourbon , au grand étonnement du peuple qui accouroit pour le voir , & alla tomber à plus de 250 pas , malheureusement sur deux arbres replacés nouvellement , dont les tiges nues le creverent sur toute la longueur & en plusieurs endroits.

Ce phénomène annoncé dans les Journaux

par l'extrait d'une lettre où j'en avois fait le récit à un de mes confreres, a paru si extraordinaire, que plusieurs personnes m'ont écrit pour me demander si l'on n'avoit pas emprunté mon nom pour accréditer un fait qu'elles regardoient comme impossible. Je profite de l'occasion pour leur répéter qu'il n'y a rien que de vrai, plus de mille personnes en pourroient déposer, mais ce qui vaut encore mieux pour le physicien qu'une multitude de témoignages, ce fait s'explique aujourd'hui facilement par la chaleur que l'air acquiert dans les étoffes enduites de résine. Supposons, par exemple, ce qui approche beaucoup de la vérité, qu'il n'y ait eu dans le ballon que  $\frac{27}{36}$  de l'air commun qu'il pouvoit contenir, & que la chaleur ait raréfié cet air au point de remplir la capacité totale, voilà 684 livres de matiere qui occupent un espace égal à 912 livres d'air, qui doivent par conséquent jouir dans ce fluide d'une légéreté respective de 228 livres; mais nous avons vu ( pag. 37 ) qu'une masse d'air, dans les mêmes circonstances, acquéroit encore une légéreté indépendante de son état de raréfaction actuelle par la chaleur, dans le rapport de 68 à 71 : la quantité totale doit donc être réduite à 655, au lieu de 684, & la lé-

gèreté respective se trouve ainsi de 257 livres ; peut-être même que l'air qui a subi cette altération , est susceptible d'une plus grande dilatation. Je ne fais état ni du poids du jeune homme enlevé , ni de la force nécessaire pour rompre les cordes ; il est évident que ces effets momentanés sont dus plutôt à l'impulsion horizontale du vent , qu'à une véritable force d'ascension.



---



---

**PROCES-VERBAL**

*DE l'Expérience du 12 Juin.*

**L'**OBJET principal de cette expérience étoit l'essai des moyens de direction, dont partie avoit été brisée au moment de l'ascension du 25 Avril, par la violence du vent, & avant que l'on eût lâché les cordes; c'étoit dans cette vue que plusieurs amateurs s'étoient réunis pour ouvrir une nouvelle souscription.

Le départ avoit été fixé, pour la première fois, au samedi 12 Juin, & annoncé huit jours auparavant par une affiche. Le vendredi 11 on commença, vers les sept heures du soir, à charger les appareils qui ont été décrits dans le procès-verbal de la première expérience (*pag. 94, 100 & 105*).

Le Ballon fut rempli à quatre heures du matin, & le canon annonça que l'on étoit occupé à appareiller.

Nous montâmes dans l'Aérostate, M. le P. de Virly & moi, à 7 heures; nous nous fîmes apporter les quatre cordes attachées au cercle équatorial, qui servoient à retenir le Ballon; nous les attachâmes aux quatre coins de la

gondole; six personnes étoient appuyées sur la galerie pour la fixer à terre; nous les invitâmes à s'écarter, & nous partimes sur le champ, en nous élevant presque perpendiculairement.

Il étoit alors sept heures sept minutes, le barometre à 27 pouces 8 lignes, le thermometre à 15 degrés un quart, l'hygrometre de M. de Sauffure à 83 degrés & demi, c'est-à-dire 33 degrés & demi d'humidité, en les comptant du terme moyen.

Le vent assez foible, souffloit nord-nord-ouest, &, même approchant du nord, quart nord-ouest, puisqu'au moment de l'ascension plusieurs personnes jugerent, à la vue d'une carte sur laquelle les rhumbs étoient tracés, qu'il devoit nous porter sur Bourg en Bresse. Les deux fleches du plan joint à ce procès-verbal, indiquent sa direction nord-nord-ouest (1).

Nous étions chargés de cent livres de lest, trente à l'avant & soixante & dix à l'arriere de la gondole, de deux bouteilles pleines d'eau pour prendre de l'air, des provisions,

---

(1) Nous avons appris depuis que quelques girouettes de la Ville avoient été vues à la même heure dans la direction du sud-sud-est.

des habits pour nous défendre du froid, &c. le tout pesant environ vingt-cinq livres, non compris les instrumens.

L'abaissement du mercure dans le barometre étoit à peine sensible, que la dilatation étoit déjà considérable. Nous vîmes le Ballon très-arrondi, & une légère vapeur autour de l'appendice nous annonçoit que le gas commençoit à s'échapper par la soupape d'assurance placée à son extrémité (1); nous l'aîdâmes à s'ouvrir en tirant la ficelle qui descendoit jusqu'à la gondole : le fluide en sortit avec tant de rapidité, que nous nous déterminâmes à faire jouer la soupape supérieure : le gas en sortit avec un sifflement que nous primes d'abord pour le bruit d'une chute d'eau. C'est ainsi que nous en avons constamment usé, aidant d'abord la soupape du bas pour juger de la nécessité d'ouvrir celle du dessus, & cela afin de ménager la force d'ascension, & de ne pas nous exposer à voir crever le Ballon. La dilatation par la chaleur du soleil étoit si forte, que la continuité de l'écoulement du gas (2) par la soupape su-

---

(1) Voy. ci-devant pag. 143. & 144.

(2) Il n'est pas besoin de dire que cet écoulement

périeure, comme une fumée épaisse, fit juger que le Ballon s'étoit ouvert en cette partie. Nous devons à la bonté de nos soupapes, & à l'attention continuelle que nous y portions, d'avoir évité ce danger; mais on verra aussi que cette distraction fréquente a beaucoup nui à nos projets de direction, en donnant le temps au vent, quelque foible qu'il fût, de gagner sur nous.

Pour faire connoître jusqu'à quel point nous avons réuffi dans cette entreprise, nous n'avons pas trouvé d'autre moyen que de tracer sur la carte (*Voy. planche III*) la ligne que nous avons suivie, en indiquant les villages, les bois, les chemins sur lesquels nous avons passé, qu'il nous étoit facile de reconnoître, n'étant pas fort élevés, que nous nous sommes même fait nommer quelquefois par les Habitans, & distinguant avec soin les espaces dans lesquels nous avons manœuvré, & ceux où nous avons été gouvernés par le vent.

Ayant suffisamment fait jouer les soupapes pour nous tranquilliser sur l'effet de la dilatation, nous observâmes que le vent nous

---

n'étoit pas réellement continu, puisqu'il n'avoit lieu que quand nous ouvrons la soupape, mais il pouvoit le paroître à quelque distance, les intervalles étant très-courts;



avoit porté de A , point de départ , en 1 , du côté du parc B. Le barometre n'étoit descendu qu'à 26 po. 4 lign. ; nous résolûmes d'essayer les manœuvres à la vue de toute la Ville , & de la tourner de l'est au nord ; nous reconnûmes avec plaisir qu'elles produisoient leur effet : le gouvernail déplaçoit l'arriere , & portoit le cap du côté que nous desirions , en changeant à chaque fois la direction d'environ 3 à 4 degrés sur la bouffole , ce qui fut estimé très-exactement par M. de Virly , sur une bouffole portant un second cercle divisé en heure & quart d'heure. Le déplacement se trouva de deux divisions ou d'un quatre-vingt-seizieme.

Les rames jouant d'un seul côté , appuyoient le gouvernail , & hâtoient le déplacement ; jouant ensemble , elles faisoient aller en avant. Nous parcourûmes ainsi l'espace de 1 à 2 , laissant Cromoy à peu de distance de notre gauche , le vent nous rejetant sensiblement sur l'est. Nous restâmes là quelque temps stationnaires , ouvrant de temps en temps la soupape ; & les flammes pendantes à l'avant nous ayant fait connoître que l'air étoit plus calme , nous portâmes sur Pouilly , & nous en fûmes si peu détournés , que nous passâmes entre le parc E & le hameau d'Epirey F. II

étoit huit heures; le mercure se soutenoit dans le barometre à 25 pouces 1 ligne.

Après avoir parcouru la ligne 2-3, nous restâmes encore quelque temps stationnaires; & quoiqu'il n'y eût aucun courant sensible, nous vîmes très-bien que nous tournions sur nous-mêmes, lorsque nous ne faisons aucun usage de nos manœuvres.

Nous nous en servîmes pour tâcher de revenir à l'ouest de Pouilly; & tantôt plus, tantôt moins contrariés par le vent, nous suivîmes à peu près la courbe 3-4, coupant en travers le chemin de Dijon à Langres, un peu au dessus de la fourche du chemin d'Is-sur-Tille H. Lorsque ce chemin se trouva la première fois sous nos fils à plomb, il étoit huit heures & demie, le mercure étoit descendu à 24 pouces 8 lignes, ce qui annonçoit que nous nous élevions insensiblement, soit par le progrès de la dilatation, soit par la légèreté que nous acquérions à chaque fois que nous ouvrons nos soupapes. L'hygrometre de M. de Saussure marquoit 66 degrés.

Le ciel étoit toujours serein; mais il s'élevoit d'une infinité de points, des vapeurs formant de petits nuages isolés, qui nous paroissoient comme des cônes irréguliers, dont la base portoit à terre, ou du moins

en étoit très-voisine; un de ces nuages, & le plus considérable, nous masqua quelque temps la Ville, & plusieurs personnes ont jugé que nous l'avions traversé, quoiqu'il fût bien sûrement plus près d'elles que de nous.

Nous prîmes conseil pour savoir ce que nous devions entreprendre. M. de Virly auroit désiré terminer ce voyage aérostatique par une longue route dans la ligne du vent, de manière qu'il n'y eût plus à diriger que pour choisir le lieu de descente dans un arc de cercle de quelques degrés; mais le vent n'étoit pas assez fort pour nous seconder dans ce projet. Nous essayâmes de suivre quelque temps la route de Langres; nous manœuvrâmes en conséquence, & malgré nos efforts, le vent nous fit dériver suivant la ligne 4-5.

Il commençoit à se former quelques plis à la partie inférieure du Ballon, & bientôt nous vîmes les objets se grossir à nos yeux; nous descendîmes jusqu'à environ 60 ou 70 pieds de terre, au point marqué 6; nous demandâmes à quelques paysans qui venoient à nous, comment se nommoit le Village qui étoit à notre droite K, ils nous répondirent que c'étoit Ruffey: ils s'appretoient à empoigner nos cordes pour nous faire arriver; mais nous nous trouvions sur un terrain couvert d'assez grands arbres; nous

avons perdu quelques instans à causer avec eux ; nous jetâmes précipitamment cinq ou six paquets de lest , pesant huit ou dix livres , nous remontâmes tout de suite à leur grand étonnement , & à la plus grande hauteur que nous ayions tenue dans cette expérience. Il étoit neuf heures précises (1) ; le barometre descendit à 23 pouces & une demi-ligne , ce qui donne une élévation d'environ 942 toises (2). L'hygrometre de M. de Sauffure marqua 65 degrés & demi ; celui de M. Retz , qui étoit joint à notre barometre , étoit à 45 ; le thermometre à 17 degrés au dessus de zéro. Il faut remarquer que dans toute notre traversée , il n'a jamais été au dessous de 15 degrés & demi. M. de Virly profita de cette ascension pour présenter de l'amadou à une lentille de 18 lignes de diametre , & de 6 lignes de foyer ; il s'alluma sur le champ.

Un fait assez important , & qui pourra

(1) Ces notes se sont trouvées parfaitement d'accord avec celles qu'avoit retenu M. l'Abbé Bertrand , qui nous suivoit de son observatoire avec une grande lunette achromatique.

(2) Cet abaissement du mercure donne seulement 786 toises , suivant la regle de M. Luc , à quoi ajoutant 26 toises pour la correction de l'effet de la chaleur , la hauteur vraie se trouve , par ce calcul , de 812 toises.

Étonner même les Physiciens, c'est qu'après avoir donné tant de fois issue au gas dilaté, au point de descendre jusqu'à terre si nous n'eussions jeté du lest, le Ballon se soit ensuite retrouvé assez plein pour courir risque d'éclater; c'est néanmoins ce que nous avons éprouvé, & qui nous a obligés de veiller sans relâche au progrès de la dilatation, & d'ouvrir, de moment en moment, la soupape supérieure. Nous savions que les enveloppes de taffetas verni, étoient susceptibles de prendre une chaleur considérable (1), & que la dilatation devoit croître en proportion; nous avons encore observé, le 3 Juin, que notre Ballon rempli aux trois quarts d'air commun, & laissé la nuit à l'air, après qu'on eut mesuré, aussi exactement qu'il étoit possible, sa hauteur & la base sur laquelle il repositoit, s'étoit trouvé le lendemain à huit heures du matin, plus élevé de quatre pouces & demi; ce qui annonçoit une augmentation de volume d'à peu près cent quatre-vingt-quatre pieds cubes, Mais ici le soleil ne nous avoit pas quitté un seul instant, & nous ne pouvions attribuer la condensation qui nous avoit fait descen-

---

(1) Voy. ci-devant pag. 142 & 195.

dre, qu'à la dispersion des vapeurs dont nous avons parlé plus haut, qui en effet, avoient disparu subitement, & qui, s'élevant jusqu'à nous, avoient sans doute refroidi l'atmosphère, sans y laisser appercevoir aucune trace sensible. Ces alternatives presque subites de condensation & de raréfaction, nous paroissent mériter la plus grande attention. M. Champy, notre confrere, avoit placé dans la gondole, au moment de notre départ, un instrument destiné à nous en avertir; c'est un siphon à trois branches, dont la première, presque capillaire, communique par le moyen d'un robinet à une vessie pleine d'air; la seconde, bien plus grosse, contient une liqueur colorée qui s'élève & s'abaisse à mesure que l'air de la vessie est raréfié ou condensé; & la planche sur laquelle elle est fixée, porte des divisions en lignes & pouces cubes, ou parties aliquotes de la capacité connue de la vessie. Cet instrument très-sensible peut devenir très-avantageux; mais nous croyons que, pour suivre exactement les variations du Ballon, il faut le placer de manière qu'il soit dans la même position par rapport à l'impression des rayons du soleil, & sur-tout que l'air soit de même nature & renfermé dans la même matiere.

L'inquiétude que nous causoit cette prodigieuse dilatation , me fit penser qu'on pourroit peut-être s'en garantir entièrement, en employant l'enveloppe solide dont j'ai parlé dans la première partie du rapport fait à l'Académie , de la 1<sup>re</sup>. expérience (1) : il suffiroit de l'exposer à une dilatation graduée, on fermeroit le robinet lorsque le gas y seroit suffisamment raréfié ; & comme le volume ne changeroit pas, on gagneroit encore de la légèreté.

On conçoit qu'il nous fut impossible de manoeuvrer pendant tout le temps que dura cette nouvelle dilatation , & nous suivîmes la ligne 7-8 en passant sur le bois de Saint-Julien M, sur celui d'Arcelot N, laissant le Village à notre droite ; il est probable que le vent avoit alors changé, quoiqu'il ne marquât aucune direction décidée sur les flammes de notre avant, puisqu'il dut nécessairement influencer sur notre marche, non-seulement dans cette ligne, mais encore dans les lignes 9-10 & 11-12.

Arrivés sur les carrières de Dromont R, qui se trouvoient perpendiculairement sous nos fils à plomb, étant pour lors rassurés

---

(1) Pag. 40.

sur la dilatation , nous primes la résolution de profiter du calme pour nous porter en droite ligne sur Dijon. M. de Virly manifesta cette intention par un billet attaché à une pelotte , qui pouvoit peser 2 onces , portant bande-rolle , qu'il laissa tomber tout près de ce hameau à 9 heures 17 minutes , le barometre à 23 pouces 5 lignes , & le thermometre à 18 degrés ; sa chute jusqu'à terre , où nous la revimes après qu'elle fut arrêtée , fut de 37 secondes.

Ayant viré par le gouvernail , nous fimes force de rames , & nous marchâmes en effet dans la direction 8-9 , sur une longueur d'environ deux cents toises. Nous aurions probablement rempli notre projet , si nous eussions pu suffire au travail qu'il exigeoit ; mais la chaleur & la fatigue nous obligèrent de le suspendre ; le vent toujours très-foible , nous fit repasser une troisieme fois le chemin de Mirebeau , & nous parcourûmes l'espace 9-10 tirant vers Binge.

Là ayant apperçu à peu de distance , sur notre gauche , une petite Ville ( nous avons vu depuis que c'étoit Mirebeau ) , nous reprimes courage , espérant de pouvoir au moins arriver à quelque lieu déterminé , &  
 nous



nous fîmes une route d'environ 500 toises (1) sur la ligne 10-11.

Nous reconnûmes bientôt que malgré nos efforts , nous tournions sur Belleneuve ; nous passâmes sur ce Village T ; nous découvrîmes un bois entre Trochere & Etevaux ; nous nous sentions déjà baisser ; nous nous disposions à jeter du lest pour nous relever ; mais étant parvenus jusques sur la piece de terre U , nous préférâmes de nous laisser aller , pour prendre à loisir une connoissance plus entière de ce qui nous restoit de lest , des choses dont nous pouvions nous débarrasser , & de ce que nous pourrions tenter en conséquence : nous descendîmes donc assez doucement , quoiqu'avec un mouvement un peu

(1) Cette manœuvre a été observée de Talmay , village situé à l'est-sud-est de Mirebeau. Le Curé de ce lieu écrivit le lendemain à M. Pichon , qui m'a communiqué sa lettre , qu'on nous avoit vu diriger sur son clocher en coupant le vent qui portoit alors les nuages sur Pontalier , c'est-à-dire , un peu plus loin qu'Etevaux , sur la même ligne. Cette observation confirme ce que nous avons dit , que nous avons éprouvé un changement de vent du point 7 au point 12 de notre route , & qu'il avoit réellement passé du nord-nord-ouest à l'ouest-nord-ouest. Ainsi , la ligne de notre marche faisoit , en ce moment , un angle d'à peu près 60 degrés avec la ligne du vent.

accélééré, sur une piece de bled entre ce bois & la prairie d'Etevaux.

Il étoit 9 heures 45 minutes; nous avions encore 15 livres de lest, & beaucoup d'effets que nous pouvions laisser. Nous vîmes accourir à nous un Ecclésiastique & grand nombre de paysans; nous les attendîmes pour savoir précisément où nous étions, car la facilité avec laquelle nous avions d'abord distingué à terre tous les objets, nous avoit fait négliger la boussole, & les nuages nous avoient ensuite dérobé les points principaux qui auroient pu nous guider. Nous apprîmes bientôt que ce village se nommoit Etevaux; c'étoit le Vicaire de ce lieu, accompagné de ses Paroissiens, qui venoit à notre rencontre.

Nous étions tellement en équilibre, que le moindre soufle nous auroit fait courir à terre, comme si nous eussions glissé. Pour nous fixer, M. de Virly pria un de ceux qui étoient accourus, & qui avoit en bandouliere une grosse chaîne de fer, de nous la prêter pour charger quelques instans la gondole; d'autres nous donnerent leurs sabots, & nous commençons à gagner assez de poids pour rester immobiles, M. le Vicaire d'Etevaux nous avoit fait en arrivant, les instances les plus honnêtes pour aller prendre chez lui

quelques momens de repos ; il nous fit observer que la foule qui accouroit de tous les villages voisins , gâteroit le bled si nous y restions : nous priâmes un de ses Paroissiens de prendre le cordeau de notre ancre , & de marcher devant nous jusqu'à la prairie ; nous avions ôté de la gondole ce que nous y avions mis , & même deux paquets de lest , pour nous élever de terre de quelques pieds : plusieurs Habitans d'Etevaux s'empresserent d'aider celui qui tiroit le cordeau ; M. le Vicaire lui-même voulut être notre conducteur ; nous fûmes bientôt rendus à la prairie.

Arrivés à la prairie , nouvelles instances de nous laisser conduire de même jusqu'au village ; elles étoient accompagnées de tant de démonstrations de joie & d'amitié , que nous ne pûmes nous y refuser.

Arrivés devant le Presbytere , nous fîmes attacher les quatre grandes cordes du cercle équatorial , que nous avions ramenées à nous au moment de notre départ , & nous mîmes pied à terre , laissant notre Aérostate assez élevé pour que l'on ne pût rien y toucher.

Nous n'étions pas encore entrés dans la maison , que nous eûmes la satisfaction de voir arriver successivement M. le Président de Vesvrotte , M. Amelot de Chaillou , M. le Marquis de Sassenay , & plusieurs de nos

amis qui nous avoient suivis à cheval à travers les champs & les bois, & qui furent bien étonnés d'apprendre qu'ils n'étoient qu'à quatre lieues & demie de Dijon, en ayant fait neuf ou dix.

Notre expérience n'étoit pas finie, & nos agrêts étoient tout entiers, comme à l'instant de notre départ : nous nous proposons toujours d'essayer à quel degré près du vent nous pourrions diriger, s'il devenoit plus fort & plus réglé. Nous n'avions pas osé verser nos bouteilles d'eau pour prendre de l'air, lors de notre plus grande ascension, dans la crainte de nous déléster; nous avons remis cette opération au moment où le Ballon ne pouvant porter qu'un de nous, le jeu des manœuvres seroit beaucoup plus difficile. Nous avons cru devoir, pour notre sûreté, placer à l'extrémité de l'avant, un conducteur formé par une tresse de galon faux, de cent dix pieds de longueur, terminé en haut par une pointe de laiton, en bas par huit branches divergentes sur un cercle de baleine : nous avons suspendu près de la pointe un électromètre, mais il s'étoit trouvé trop élevé pour qu'il nous fût possible d'en observer le jeu depuis la gondole; il étoit intéressant de le replacer plus à la portée de notre vue. Nous desirions enfin essayer l'effet des

rames de l'équateur, pour déterminer la descente, ce qui ne nous avoit pas été possible jusques-là, parce que les cordes frotoient trop rudement sur le taffetas, lorsque nous avions voulu le tenter, le Ballon plein, & que cette manœuvre auroit pu nous faire illusion, lorsque la partie inférieure s'aplatissoit naturellement.

Il nous vint en pensée que nous pourrions nous faire mener à la remorque jusqu'à Dijon, comme nous étions venus à Etevaux; nous y avions laissé les appareils tout dressés, & des matieres pour remettre en peu d'heures notre Ballon au même état qu'il avoit été le matin : il nous étoit donc facile de compléter le lendemain notre expérience sous les yeux de MM. les Souscripteurs.

Nous partîmes d'Etevaux à midi & demi, dans cette résolution; nous prîmes la route de Dijon assis dans notre gondole, quatre Habitans d'Etevaux tenant nos quatre cordes, & quatre autres marchant à côté de nous pour soutenir la gondole qui baïssoit par la direction qu'on donnoit aux grandes cordes pour tirer le Ballon. Nous marchâmes ainsi jusqu'à la hauteur de Couternon Z, c'est-à-dire près de deux lieues & demie, accompagnés d'un nombreux cortège, qui se grossissoit à mesure que nous avançons, & recevant

sur toute la route, & dans les villages où nous passions, des témoignages marqués de la satisfaction publique. Nous remarquâmes seulement quelques femmes & des enfans en petit nombre, qui s'enfuyoient dans les champs à notre approche. Un seul cheval, de tous ceux que nous rencontrâmes, parut prendre l'effroi, & fit passer dans le fossé la voiture à laquelle il étoit attelé, mais sans aucun accident.

Lorsque nous passâmes sur les petits ponts vis-à-vis Couternon, il s'éleva de ce côté un vent très-vif (1) qui porta le Ballon au nord. Etant arrêté par les cordes, cette force tendoit à le coucher; le cercle équatorial cassa en plusieurs endroits; les rames de la gondole portèrent à terre; tous les agrès couroient risque d'être brisés; la soupape s'ouvrit plusieurs fois par la position que prenoit le Ballon, & qui tendoit le cordon;

---

(1) L'observation de ce courant impétueux venant directement du sud, en plaine, dans une ligne très-étroite, qui ne peut par conséquent être circonscrite que par l'atmosphère même de quelques ruisseaux & des prairies qu'ils arrosent, peut être ajoutée à ce que j'ai dit, pag. 113 & suiv., des causes locales des vents. Lorsqu'on eut traversé ce courant, le Ballon, encore assez plein pour se soutenir en l'air, fut ramené jusqu'à Dijon avec la même tranquillité qu'au paravant.

il fallut sur le champ désappareiller. Un voyageur nous offrit très-obligement de prendre sur le devant de sa voiture, la gondole, ses rames, & tout ce qui pouvoit se plier; nous fîmes porter à la main les bois du gouvernail & les rames de l'équateur. Le Ballon ainsi déchargé, fut ramené à Dijon, jusques dans l'enclos d'où il étoit parti, & M. le Prieur de Mirebeau nous ramena lui-même dans sa voiture à la Ville, où nous arrivâmes vers les quatre heures du soir.

Ainsi, nous n'estimes à regretter de cet accident, que la satisfaction de revenir au point de départ dans notre Aérostate, conduits à la remorque, & plus encore la possibilité de répéter & compléter l'expérience le lendemain, comme nous nous en étions flattés.

Après avoir décrit avec l'exactitude la plus scrupuleuse, tout ce que nous avons fait & observé, nous croyons devoir ajouter ici quelques réflexions qui peuvent contribuer aux progrès de l'art aérostatique, & qui auroient interrompu le fil de la narration.

Lorsque le vent étoit sensible, la résistance latérale de l'avant décidoit peu à peu l'Aérostate à prendre une position parallèle au courant, la proue fendait l'air.

Par un vent moins fort, le gouvernail restant dans le milieu de l'arc de sa révolution,

sans y être assujetti, s'est quelquefois présenté le premier, & nous marchions par l'arrière; quelquefois aussi l'avant & le gouvernail faisoient voile (1), & nous étions portés quelques instans par le travers. Il nous étoit facile d'observer toutes ces évolutions, en regardant l'ombre très-prononcée de l'Aérostate sur les champs que nous traversions; mais cela ne duroit qu'autant que nous ne faisons aucunes manœuvres; le gouvernail seul a toujours décidé la position: le déplacement étoit plus prompt, quand on faisoit travailler en même temps les rames de l'équateur, & même de la gondole.

Pour s'assurer de l'effet du gouvernail, M. de Virly m'avoit proposé, dès que nous fûmes élevés, de manœuvrer pour placer à l'avant un chemin qui faisoit alignement à l'arrière; je le laissai agir seul; il y parvint en très-peu de temps; cette expérience a été répétée plusieurs fois avec le même succès, tournant à droite ou à gauche à volonté.

Enfin, nous avons observé qu'il seroit utile de placer les rames de l'équateur à l'extrémité d'un axe prolongé d'environ 10 à 12 pouces, pour que, dans aucun cas, leur jeu ne fût

---

(1) Voy. ci-devant pag. 123.



géné par le frottement des cordes sur le Ballon, ce qui peut être exécuté tout aussi facilement & de la même manière que le point d'appui du centre de révolution de notre gouvernail, qui se trouve solidement établi à plus de 22 pouces de l'équateur; on y gagnera encore la liberté de donner à la surface des pales de ces rames, toute l'amplitude dont elles sont susceptibles, & qui n'avoit été bornée que dans la crainte qu'elles ne s'approchassent trop du Ballon.

Fait à Dijon le 15 Juin 1784, en l'hôtel de l'Intendance, où avoient été invités de se rendre ceux qui s'étoient trouvés à notre descente, & qui ont bien voulu signer avec nous ce procès-verbal.

*Signé,* DE MORVEAU & DE VIRLY.

*Et à la suite :* DE VESVROTTE, DEMANCHE, AMELOT, le Marquis DE SASSENAY, DE MEIXMORON fils; BUVANT, Prêtre Vicairé d'Etevaux; LEFAY, D'OISILLY, ROYER; DUMAY, Echevin perpétuel de Mirebeau, Alcade des Etats de Bourgogne; DUMAY, Avocat, Juge de Mirebeau; LEFEUBRE, Conseiller du Roi; & RUDE.

*EXPLICATION des lettres de renvoi  
de la carte , planche III.*

- A. Enclos des Argentieres , point de départ.
- B. Le parc près la Colombiere.
- C. Cromoy.
- D. Saint-Apollinaire.
- E. Le parc de Pouilly.
- F. Epirey.
- G. Chemin de Dijon à Langres.
- H. Chemin d'Is-sur-Tille.
- I. Ventoux.
- K. Ruffey.
- L. Echirey.
- M. Grand bois de Saint-Julien.
- N. Bois routé d'Arcelot.
- O. Arcelot.
- P. Chemin de Dijon à Mirebeau.
- Q. Dromont.
- R. Carrieres de Dromont.
- S. Mirebeau.
- T. Belleneuve.
- V. Trochere.
- U. Terres d'Etevaux.
- X. Etevaux.
- Y. Binge.
- Z. Couternon.
- AA. Bois entre Trochere & Etevaux.
- BB. Varoy.

## E S S A I

*SUR les moyens d'appliquer la découverte de MM. de Montgolfier, à l'extraction des eaux dans les profondeurs des mines.*

*Lu à l'Académie le 18 Novembre 1783, par M. de Morveau.*

**C**eux qui connoissent le travail des mines, savent combien il est difficile d'extraire des souterrains les eaux qui y affluent sans cesse, & qui souvent forcent d'abandonner les veines & les filons les plus riches. Les uns creusent des réservoirs, ou font venir par des canaux, des eaux de plusieurs lieues, pour faire mouvoir leurs pompes; d'autres les font aller par des chevaux. La pompe à feu, dont les effets sont si puissans, ne peut être employée que dans les mines de charbon, où leur consommation devient encore un objet très-considérable & fort onéreux. La pompe à feu de Montrelais, que j'ai eu occasion de voir cette automne en Bretagne, consomme près de 6 quintaux par heure, ou 40 bennes en 12 heures que dure le travail.

Ces considérations m'ont engagé à examiner si on ne pourroit pas tirer parti de la découverte des Ballons aérostatiques pour ces épuisemens.

J'ai reconnu d'abord qu'il n'étoit pas possible de loger ces Ballons dans l'intérieur des puits, l'air plus pesant des souterrains seroit sans doute un avantage, mais le diametre qu'ils exigent, ne permet pas cette spéculation.

Il ne faut pas songer à les placer immédiatement au dessus; 1°. ils n'agiroient dans cette situation que pour élever, & on a bien plus besoin de force descendante, puisqu'il n'y a que les pompes foulantes qui puissent servir à l'épuisement des eaux, au dessus de 32 pieds. 2°. Cette disposition seroit très-dangereuse pour ceux qui se trouveroient dans les souterrains, si le globe venoit à s'enflammer.

Rien n'empêche de le placer à quelque distance, comme le représente le dessin que je mets sous les yeux de l'Académie. *Voyez planche IV.*

A est un globe de 60 pieds de diametre, d'environ 11310 pieds de surface, que l'on peut construire même assez solidement, à la maniere de MM. de Montgolfier, en grosse toile, avec papier collé en dedans & en de-

Il sera aisé, si on le desire, de rendre l'alternative de condensation plus rapide, comme on le fait par l'injection dans la pompe à feu; il suffira pour cela d'avoir un fort soufflet qui poussera de l'air frais dans l'intérieur, ou encore mieux une large soupape en Q, qui s'ouvrira d'elle-même au point donné par la tension du cordon R (1).

Il me semble que la première construction d'une pareille machine coûteroit moins que la plupart de celles qui sont en usage pour le même objet, qu'elle exigeroit bien moins de réparations, d'entretien, & ce qui est le point capital, que la dépense journaliere seroit fort au dessous de la dépense des pompes à feu, que l'on regarde comme les plus avantageuses; en un mot, que la consommation du combustible seroit, à très-peu près, dans le rapport de la facilité avec laquelle l'air & l'eau se raréfient, puisque l'une & l'autre de ces forces dépendent uniquement des différens états dans lesquels ces fluides sont mis par la chaleur actuelle.

On objectera peut-être que les vents con-

(1) Au lieu d'un cordon, on pourroit mettre une chaînette dans la partie qui avoisine le feu; & dans ce cas, il seroit plus avantageux de la faire tirer horizontalement, sans poulie de renvoi.

trariamont le jeu de cette machine, & pouffant le Ballon d'un ou d'autre côté, diminueront la force d'ascension, en l'éloignant de la perpendiculaire, ou même en arrêteront entièrement l'effet, lorsqu'ils feront plus violens. Je répons d'abord que cet obstacle ne seroit qu'accidentel, & qu'ici le produit de la puissance est tel, qu'il pourroit suffire avec une perte considérable, & en profitant des temps calmes. Mais je ne vois pas l'impossibilité de remédier à cet inconvénient, soit en plaçant le Ballon entre quatre poteaux qui le dirigent, soit en construisant à côté des puits une cage pour l'abriter : comme d'une part il ne faut que douze pieds d'ascension, que d'autre côté on peut enfoncer en terre toute la partie de la machine qui est au dessous du réchaut, des murs de cinquante pieds suffiroient pour porter le comble qui en logeroit une partie ; ce seroit sans doute une dépense considérable, mais ce seroit une dépense une fois faite, & on est bientôt dédommagé de la plus forte dépense de ce genre, par la plus petite diminution sur les consommations journalières.

FIN.

Fig

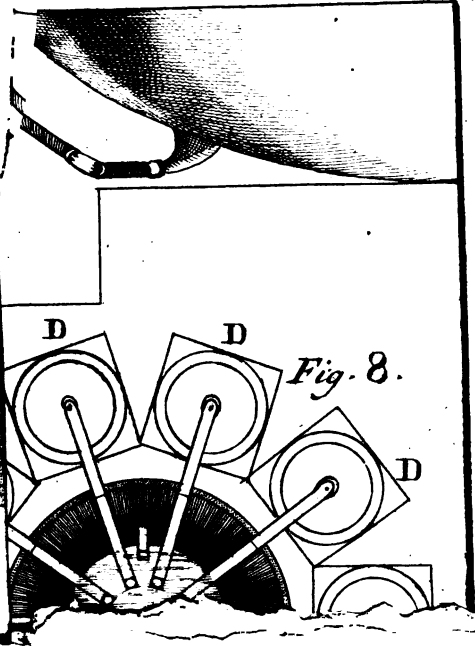
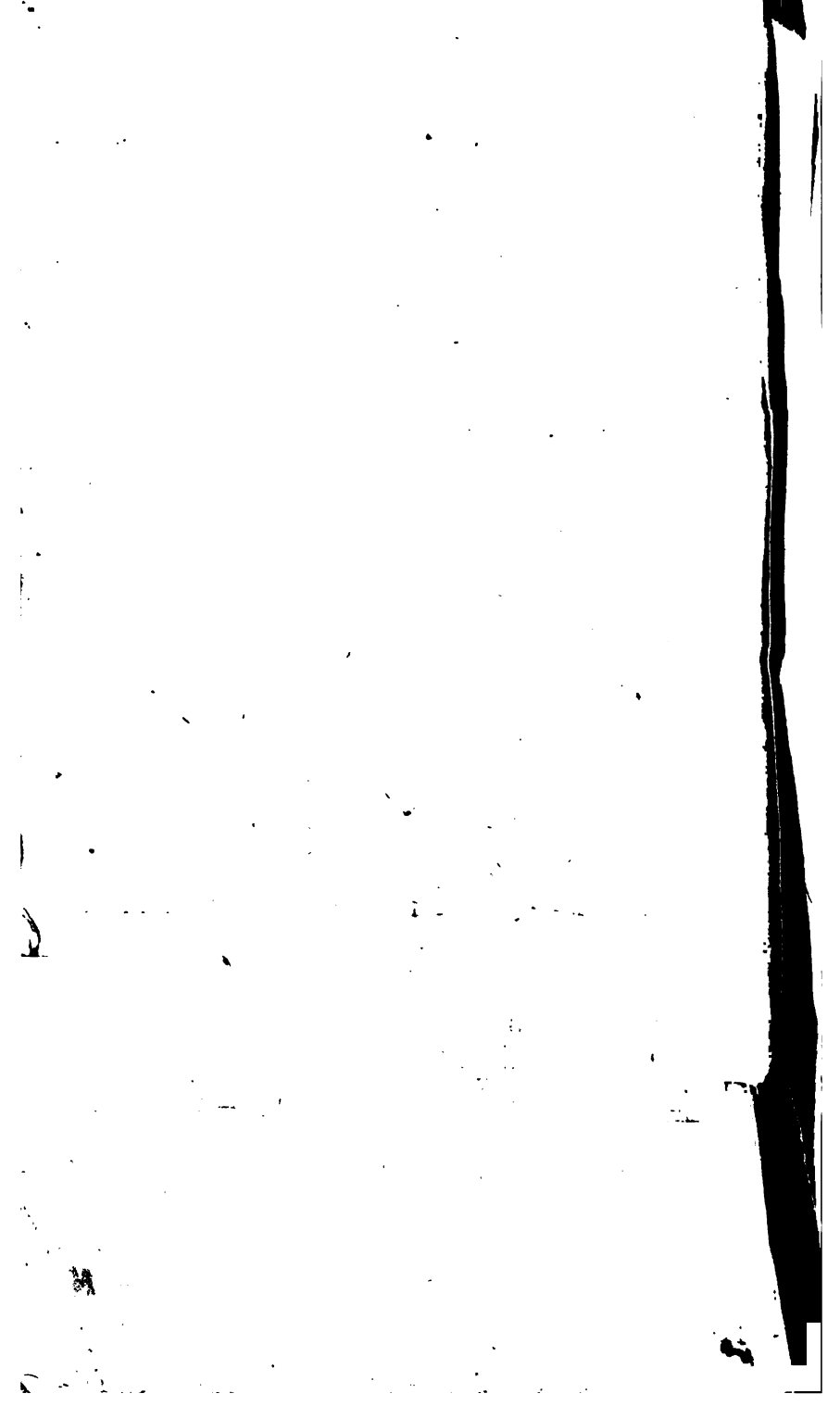


Fig. 8.





rosate Aca

**CABOT SCIENCE LIBRARY**

APR 15 1997

MAY 8 0 1997

**CANCELLED**




3 2044 044 834 63

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.





3 2044 044 834 638