

ANNALES
DE CHIMIE;

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS
QUI EN DÉPENDENT.

Par MM. GUYTON (ci-devant DE MORVEAU),
LAVOISIER, MONGE, BERTHOLLET,
FOURCROY, ADET, HASSENERATZ,
DIETRICH, SEGUIN, VAUQUELIN &
PELLETIER.

A V R I L 1792.

TOME TREIZIÈME.



A PARIS,

RUE ET HÔTEL SERPENTE

Et se trouve à LONDRES,

Chez JOSEPH DE BOFFE, Libraire, Gera ~~à~~ ~~avec~~
N^o. 7 Soho.

M. D C C. X C II,



ANNALES
DE CHIMIE;

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES
CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS
QUI EN DÉPENDENT.

EXPLICATIONS
DE QUELQUES PHÉNOMÈNES

*Qui paroissent contrarier les loix des
affinités chimiques ;*

Par J. H. HASSENERATZ.

LE problème le plus intéressant que la chimie puisse présenter, la solution qui avanceroit le plus les progrès de cette science, & qui la mettroit à même d'être soumise au calcul, est

A ij

celui qui déterminera d'une manière absolue, ou au moins d'une manière très-approchée, le rapport des affinités des substances simples entr'elles, des substances simples avec les substances composées & des substances composées entr'elles, soit que ces substances ne soient soumises qu'à leurs affinités mutuelles, soit qu'elles soient influencées par la présence d'une ou de plusieurs autres substances simples ou composées.

Tous les savans qui se sont occupés de la chimie d'une manière distinguée, tous ceux qui ont contribué à amener cette science au degré de simplicité où elle est aujourd'hui, ont cherché à perfectionner & à simplifier le rapport des affinités, & un grand nombre des découvertes qui ont illustré notre siècle, n'ont dû leur naissance qu'à la sagacité de leurs auteurs à appercevoir des rapports d'affinités qui avoient été ignorés.

Ainsi les moyens de perfectionner les rapports d'affinités chimiques sont des moyens d'avancer les bornes de la science chimique.

De toutes les tables de rapports d'affinités exprimés en nombre, la plus exacte que nous connoissions jusqu'à présent, est celle que M. Guyton de Morveau a imprimée à la fin de la seconde partie du premier volume de la partie

chimique de l'Encyclopédie par ordre de matières.

Je rapporte cette table en entier, parce qu'elle nous sera nécessaire dans le cours de ce mémoire.

Acides

	sulfurique,	nitrique,	muriat.	antimon.	carb.
Baryte	66	62	36	28	14
Potasse	62	58	32	26	9
Soude	58	50	31	25	8
Chaux	54	44	24	19	12
Ammoniaque	46	38	21	20	4
Magnésie	50	40	22	17	6
Alumine	40	36	18	15	2

Il est aisé d'appercevoir par cette table, que l'affinité de l'acide muriatique pour la soude étant exprimée par 31, & celle de l'acide muriatique pour la chaux étant exprimée par 24, si l'on expose de l'acide muriatique à l'action de la soude & de la chaux, la soude attirant l'acide muriatique avec une force = 31, tandis que la chaux ne l'attire qu'avec une force = 24; elle aura sur la chaux une force = $31 - 24 = 7$, avec laquelle elle s'emparera de l'acide. En effet, si dans une dissolution saturée de muriate de chaux on verse de la soude, elle s'empare de l'acide muriatique de la chaux, forme du muriate de soude, & laisse la chaux libre.

A iij

On voit dans cette table, que l'acide carbonique est attiré par la soude avec une force = 8, tandis qu'elle est attirée par la chaux avec une force = 12; d'où il suit aussi que si l'on verse de l'acide carbonique dans un mélange de soude & de chaux, la chaux s'emparera de cet acide sur la soude avec une force = $12 - 8 = 4$.

Cela posé, si l'on mêle ensemble de la soude, de la chaux, de l'acide muriatique & de l'acide carbonique dans des proportions telles, qu'elles soient propres à se saturer réciproquement, il arrivera que la soude, ayant une plus grande affinité pour l'acide muriatique, s'emparera de cette substance, tandis que la chaux se combinera avec l'acide carbonique: c'est ce que l'on voit en effet arriver toutes les fois que l'on mêle ces quatre substances: il y a plus, c'est que si l'on mêle ensemble du muriate de chaux & du carbonate de soude, il se fait une décomposition & une composition doubles; l'acide muriatique abandonne la chaux & forme du muriate de soude en se combinant avec la soude, tandis que l'acide carbonique se porte sur la chaux, & forme du carbonate de chaux.

Cela posé, il paroît simple & naturel, toutes les fois que l'on mêle ensemble de la chaux, de la soude, de l'acide muriatique & de l'acide carbonique, d'espérer que l'on obtiendra du mu-

riate de soude & du carbonate de chaux , à plus forte raison , si le muriate de soude est déjà tout formé. Cependant le célèbre Schéele s'est assuré que si l'on verse sur de la chaux une dissolution de muriate de soude, & qu'on mette le tout dans une cave, dans laquelle il y ait de l'acide carbonique libre, on obtient du carbonate de soude & du muriate de chaux.

Ce phénomène paroît tellement contredire les rapports d'affinités, que plusieurs chimistes en ont douté; quelques-uns même ont assuré qu'il ne réussissoit pas.

J'ai répété l'expérience de Schéele dans plusieurs laboratoires & en particulier dans celui de M. Lavoisier, & j'ai obtenu en tout point les résultats que Schéele a annoncés; j'ai obtenu du carbonate de soude & du muriate de chaux extrêmement pur.

Je dois annoncer ici que pour que cette expérience réussisse complètement & promptement, il est nécessaire que le mélange de chaux & de muriate de soude soit exposé dans un endroit où il y ait beaucoup d'acide carbonique libre.

Schéele s'est encore assuré que si l'on mêle ensemble du sulfate de soude & de la chaux, du nitrate de soude & de la chaux, & que l'on expose ces mélanges dans une cave dans

l'air de laquelle il y aît de l'acide carbonique, on obtient du carbonate de soude & du sulfate de chaux dans le premier cas, du carbonate de soude & du nitrate de chaux dans le second.

Cependant le rapport d'affinité de l'acide sulfurique pour la soude est 58, celui de l'acide sulfurique pour la chaux = 54. Ainsi la soude a sur la chaux une force = $58 - 54 = 4$, & le mélange paroît devoir former du sulfate de soude & du carbonate de chaux; ce qui arrive en effet : car toutes les fois que l'on mêle ensemble du sulfate de chaux & du carbonate de soude, il se fait une double décomposition; l'acide sulfurique quitte la chaux pour se porter sur la soude, & forme du sulfate de soude, tandis que l'acide carbonique se porte sur la chaux, & forme du carbonate de chaux.

L'acide nitrique s'unit à la soude avec une force = 50, il s'unit à la chaux avec une force = 44 : donc la soude a sur la chaux, par rapport à l'acide nitrique, une force = $50 - 44 = 6$; & toutes les fois que l'on mêle ensemble du carbonate de soude & du nitrate de chaux, il se fait une double décomposition, & l'on obtient du nitrate de soude & du carbonate de chaux.

J'ai aussi répété ces deux expériences de Schéele qui paroissent si contraires aux loix d'affinité

chimique & aux phénomènes d'après lesquels elles ont été déterminées, & j'ai obtenu, comme Schéele, du sulfate de chaux & du carbonate de soude, du nitrate de chaux & du carbonate de soude.

J'ai encore observé, pour que ces expériences réussissent promptement & complètement, qu'il falloit que les mélanges fussent exposés dans un endroit où il y eût de l'acide carbonique libre.

Schéele a encore observé que si l'on plonge une lame de fer dans une dissolution saturée de muriate de soude, de sulfate de soude, de nitrate de soude, l'on obtient du carbonate de soude; du muriate de fer, du sulfate de fer & du nitrate de fer; ce qui paroît contredire tous les phénomènes que nous connoissons, puisque le carbonate de soude décompose le muriate de fer, le sulfate de fer, le nitrate de fer, en précipitant l'oxide de fer de ses dissolutions, & forme avec ces acides du muriate de soude, du sulfate de soude & du nitrate de soude.

J'ai encore répété ces expériences de Schéele, & j'ai obtenu le même résultat en observant de même que pour qu'elles réussissent promptement & complètement, il est nécessaire que les mélanges soient exposés dans un endroit où il y ait de l'acide carbonique libre.

Ces résultats si extraordinaires avoient telle-

ment étonné Schéele, qu'il ne trouvoit d'autre moyen de les expliquer qu'en disant : « On » peut croire que l'alcali a une plus grande affi- » nité avec les acides, quand ils contiennent une » certaine quantité d'eau : au contraire quand » l'eau est évaporée pour la plus grande partie, » il est possible que des matières terreuses ou » métalliques reprennent la prééminence, sur- » tout si l'alcali, qui est séparé de son acide, en » rencontre sur-le-champ un autre plus foible » avec lequel il puisse s'unir : tel est l'acide mé- » phitique qui se trouve très-abondant dans les » caves ».

D'où l'on voit que Schéele ne trouvoit d'autre moyen d'expliquer ce phénomène, qu'en supposant que l'affinité de l'alcali pour l'acide différoit en raison de la quantité d'eau qui se trouvoit dans le sel neutre.

Je crois inutile de combattre cette explication ; ce n'est pas l'objet que je me suis proposé dans ce mémoire. Je vais seulement chercher à prouver que ces phénomènes si extraordinaires en apparence sont simples & naturels, qu'ils dépendent de toutes les loix d'affinités chimiques connues jusqu'à présent, & qu'ils peuvent même servir de moyen pour rectifier les tables des rapports exprimés avec des nombres.

Une circonstance particulière de ce phénomène que Schéele ne dit pas, & qu'il est nécessaire de savoir, c'est qu'il n'y a jamais qu'une portion de muriate de soude qui se décompose, & que cette portion dépend des rapports des quantités de muriate de soude & de chaux : plus la quantité de chaux est grande par rapport au muriate de soude, plus la quantité de carbonate de soude obtenue est grande.

Du reste la décomposition se fait par tout où il y a contact de gaz acide carbonique; mais il faut observer qu'en même-tems qu'il se forme du carbonate de soude, il se forme aussi du carbonate de chaux.

Ceci posé & ceci bien entendu, examinons ce qui doit se passer lorsqu'on mêle ensemble du muriate de soude & de la chaux à la manière de Schéele, & que l'on expose ce mélange à l'action de l'acide carbonique.

Si l'on prend une terrine de grès, qu'on l'emplisse de chaux éteinte, que l'on verse dessus de l'eau saturée de muriate de soude, il arrivera que l'eau, pénétrant toute la masse de la chaux, s'y arrangera d'une manière uniforme & telle, que chaque molécule de muriate de soude sera environnée de molécules de chaux, & réciproquement.

Cet arrangement fait, & la terrine exposée

à l'action de l'acide carbonique libre, il est clair que l'acide muriatique qui est uni à chaque molécule de soude sera attirée par l'affinité de la chaux en même-tems que par celle de la soude, & qu'il ne tiendra dans la soude que par une force égale à la différence des deux attractions. Ainsi, comme l'affinité de l'acide muriatique pour la soude est exprimée par 31 dans la table de M. Guyton de Morveau, & que celle de ce même acide pour la chaux est exprimée par 24, il s'en suit que l'acide muriatique n'est retenu dans la soude que par une force $= 31 - 24 = 7$.

Actuellement supposons pour un instant que le mélange fait, l'eau soit bien imbibée, de manière que les substances de la surface puissent se solidifier; supposons encore qu'il y ait une portion de cette surface couverte d'une légère couche de molécule de muriaté de soude, cette couche se trouvera nécessairement en contact avec de l'acide carbonique dans la partie supérieure à sa surface, tandis que l'acide muriatique qui y est combiné sera attiré par toute la masse de chaux inférieure. Nous avons vu que cette attraction de l'acide muriatique par la chaux réduisoit l'affinité de la soude pour l'acide muriatique à une force exprimée par $31 - 24 = 7$. L'affinité de la soude pour

L'acide carbonique qui est en contact avec cette rangée de molécules, n'est combattue par aucune force; & cette affinité, d'après la table de M. Guyton de Morveau, est exprimée par 8 : il arrivera donc que l'acide muriatique, tenant à la couche de molécules de soude par une force = 7, sera remplacé par l'acide carbonique qui agit sur elle par une force égale à 8, & que l'union de l'acide carbonique avec la soude se fera avec une force exprimée par $8 - 7 = 1$.

. Au-dessous de cette couche de molécules qui de muriate de soude sont devenues carbonate de soude, peut se trouver ou une couche de molécules de chaux, ou une couche de molécules de muriate de soude. Si la couche suivante est formée de molécules de chaux, celle-ci, qui s'est emparée de l'acide muriatique de la soude, la rendra aux couches de chaux suivantes, & elle s'emparera de l'acide carbonique du carbonate de soude, pour lequel elles ont plus d'affinité; mais à mesure que la couche de chaux prendra l'acide carbonique de la soude, celle-ci en reprendra de nouveau à la masse d'air avec laquelle elle est en contact, & restera toujours à l'état de carbonate de soude.

Si au contraire la couche inférieure est du muriate de soude, la couche supérieure, étant

saturée & en contact avec de l'acide carbonique, servira d'intermédiaire ou de conducteur à l'acide carbonique de l'atmosphère pour se combiner avec la soude de la seconde couche de molécules dans laquelle les circonstances devenant les mêmes que pour la première couche, elle abandonnera son acide muriatique pour se combiner avec de l'acide carbonique, & ce phénomène se passera de couche en couche, jusqu'à ce qu'il se rencontre une couche de chaux, où pour-lors il arrivera ce que nous avons dit plus haut pour la couche des molécules de chaux.

Lorsque la couche des molécules de chaux fera saturée d'acide carbonique, elle servira d'intermédiaire, de conducteur à cet acide, pour qu'il puisse se combiner avec les autres couches de soude & de chaux.

L'explication de la décomposition du muriate de soude que je viens de donner dans le cas que la première couche, celle de la surface, seroit du muriate de soude, peut également s'appliquer au cas où la première couche, celle qui est à la surface, seroit formée de molécules de chaux, avec cette différence que la première rangée, que la couche de molécules de chaux commenceroit par se saturer d'acide carbonique, avant que cet acide ne pût agir sur

le muriate de soude, & qu'il n'agiroit sur le muriate de soude qu'à travers la couche de carbonate de chaux qui serviroit d'intermédiaire, de conducteur à l'acide carbonique pour arriver jusqu'à la soude, & agir efficacement dessus avec toute sa force d'affinité.

On voit que pendant ces décompositions l'acide muriatique attiré par la chaux doit se porter de plus en plus vers le centre de la masse, & comme le muriate de chaux est très-déliquescent, qu'il doit couler & se déposer au fond de la terrine, & j'ai trouvé, ainsi que Schéele, au fond des terrines de grès où je faisois mes expériences, du muriate de chaux liquide. Cette quantité de muriate de chaux étoit toujours proportionnelle à la quantité de carbonate de soude qui s'étoit formé.

Cette explication de ce qu'il doit se passer est simple & naturelle; elle est parfaitement liée aux effets connus des affinités chimiques, & s'accorde complètement avec les rapports en nombre donnés par M. Guyton de Morveau, & avec le phénomène de Schéele qui avoit été inexplicable jusqu'à ce jour.

Lorsque la première couche de soude ou de chaux est saturée d'acide carbonique, l'action de cet acide ne se faisant plus que par l'intermède de la couche saturée, quelque bon con-

ducteur d'acide carbonique que soit cette couche, il doit nécessairement éprouver, pour arriver jusqu'aux autres couches, une résistance qui doit diminuer la force de son action, & cela en raison de la qualité conductrice de la couche saturée. Cette diminution étant successivement plus considérable à mesure que la couche augmente, il doit y avoir un terme où l'action de l'acide carbonique & de l'acide muriatique est en équilibre, & par-delà lequel il n'y a plus de décomposition.

Ce terme, ou cette épaisseur de couche paroît être très-petite dans l'expérience de la décomposition du muriate de soude par la chaux, car il ne se forme jamais qu'une couche extrêmement mince de carbonate de soude : quelque tems qu'on laisse les masses en expérience & cette couche enlevée, il s'en forme aussi tôt une seconde qui, au bout de quinze jours, n'augmente plus sensiblement d'épaisseur, s'il y a beaucoup d'acide carbonique libre dans l'endroit où se fait l'expérience.

Il suit de l'explication que je viens de donner de la décomposition du muriate de soude par la chaux en présence de l'acide carbonique, que le principe de cette décomposition est fondé sur l'action simultanée de trois affinités simples, de l'affinité de la soude pour l'acide muriatique,

tique, de l'affinité de la chaux pour l'acide muriatique & de l'affinité de la soude pour l'acide carbonique, & que pour que cet effet ait lieu, il faut que, la chaux étant libre & surabondante, la différence des affinités de l'acide muriatique pour la soude & pour la chaux soit moins grande que l'affinité directe de l'acide carbonique pour la soude.

L'affinité de la soude pour l'acide muriatique est = 31.

— de la chaux pour l'acide muriatique = 24.

— de la soude pour l'acide carbonique = 8.

La formule se trouve $31 - 24 = 7 < 8$.

Appliquons cette formule à quelques autres expériences de Schéele que j'ai répétées, & dont j'ai obtenu le même résultat.

Ces expériences sont, 1°. l'effet du mélange du nitrate de soude avec la chaux exposé à l'action de l'acide carbonique.

2°. L'effet du mélange du sulfate de soude avec la chaux exposé à l'action de l'acide carbonique.

3°. L'effet du mélange du muriaté de soude avec la magnésie pure exposé à l'action de l'acide carbonique.

4°. L'effet du mélange du nitrate de soude avec la magnésie pure exposé à l'action de l'acide carbonique.

5°. L'effet du mélange du sulfate de soude avec la magnésie pure exposé à l'action de l'acide carbonique.

Nous allons d'abord déterminer les formules de ces cinq expériences, & les comparer aux effets que Schéele a obtenus, après quoi nous examinerons d'autres expériences.

Par la première expérience, celle du nitrate de soude & de la chaux, on trouve dans la table de M. Guyton de Morveau, que l'affinité

de l'acide nitrique pour la soude = 50,

de l'acide nitrique pour la chaux = 44,

de l'acide carbonique pour la soude = 8.

Ainsi la formule est $50 - 44 = 6 < 8$:

Donc décomposition de nitrate de soude & formation du carbonate de soude; ce que Schéele a trouvé.

La seconde expérience est celle du sulfate de soude & de la chaux. La table de M. Guyton de Morveau indique l'affinité

de l'acide sulfurique pour la soude, par 58,

de l'acide sulfurique pour la chaux, par 54,

de l'acide carbonique pour la soude, par 8.

Ainsi la formule est $58 - 54 = 4 < 8$:

Donc décomposition; ce que Schéele a trouvé.

Si l'on y prend garde, on verra que la force

qui détermine la décomposition du muriate, du nitrate & du sulfate de soude, est exprimée,

Le premier par $8 - 7 = 1$

Le second par $8 - 6 = 2$

Le troisième par $8 - 4 = 4$

Qu'ainsi la force qui détermine la décomposition du sulfate de soude est plus considérable que celle qui détermine la décomposition du nitrate de soude, & celle-ci plus considérable que celle qui détermine la décomposition du muriate de soude.

Par la troisième expérience, celle du muriate de soude & de la magnésie, on trouve dans la table de M. Guyton de Morveau, que l'affinité

de l'acide muriatique pour la soude = 31,

de l'acide muriatique pour la magnésie = 22,

de l'acide carbonique pour la soude = 8.

Ainsi la formule est $31 - 22 = 9 > 8$:

Donc point de décomposition; ce que Schéele a trouvé.

Pour la quatrième expérience, le nitrate de soude avec la magnésie, la table de M. Guyton de Morveau indique l'affinité

de l'acide nitrique pour la soude, par 50,

de l'acide nitrique pour la magnésie, par 40,

de l'acide carbonique pour la soude, par 8.

Ainsi la formule est $50 - 40 = 10 > 8$:

B ij

Donc point de décomposition ; ce que Schéele a trouvé.

Pour la cinquième expérience, le sulfate de soude & la magnésie, on trouve dans la table de M. Guyton de Morveau, que l'affinité

de l'acide sulfurique pour la soude = 58,
de l'acide sulfurique pour la magnésie = 50,
de l'acide carbonique pour la soude = 8.

Ainsi la formule est $58 - 50 = 8 = 8$:

Donc les deux forces sont en équilibre, point de décomposition ; ce que Schéele a trouvé.

Schéele a soumis à ses expériences des mélanges de carbonate de chaux & de muriate de soude, de carbonate de chaux & de nitrate de soude, de carbonate de chaux & de sulfate de soude, de carbonate de magnésie & de muriate de soude, de carbonate de magnésie & de nitrate de soude, de carbonate de magnésie & de sulfate de soude.

On apperçoit au premier abord que la chaux & la magnésie, étant déjà saturées d'acide carbonique, n'ont plus sur l'acide muriatique, nitrique & sulfurique combiné avec la soude, qu'une action égale à l'affinité de ces acides sur la chaux & la magnésie, moins l'affinité de l'acide carbonique pour ces deux terres. Les tables de M. Guyton de Morveau indiquent l'affinité de l'acide carbonique sur la chaux par 12, & celle

de l'acide carbonique sur la magnésie par 6.

L'affinité du carbonate de chaux

pour { l'acide muriatique = $24 - 12 = 12$,
 l'acide nitrique = $44 - 12 = 22$,
 l'acide sulfurique = $54 - 12 = 32$.

Ainsi les formules sont,

pour { le muriate de soude $31 - 12 = 19 > 8$,
 le nitrate de soude $50 - 22 = 28 > 8$,
 le sulfate de soude $58 - 32 = 26 > 8$.

Donc il n'y a pas de décomposition, ainsi que Schéele l'a trouvé.

Il est inutile d'examiner les formules de l'effet de la magnésie; car par cela seul que nous avons trouvé que la magnésie pure, employant toute son action sur les trois acides, n'a pu faire décomposer les sels neutres à base de soude, il doit nécessairement arriver que l'affinité de la magnésie affoiblie par sa combinaison avec l'acide carbonique, doit encore moins les décomposer. C'est aussi ce que Schéele a trouvé.

Schéele a encore soumis à ses expériences du muriate de potasse, du nitrate de potasse, du sulfate de potasse mélangé avec de la chaux.

On trouve dans la table de M. Guyton de Morveau que l'affinité

de l'acide muriatique pour la potasse . . . = 32,
 — nitrique = 58;

de l'acide sulfurique	= 62,
— muriatique pour la chaux	= 24,
— nitrique	= 44,
— sulfurique	= 54,
— carbonique pour la potasse	= 9.

Cela posé, la formule pour le muriate de potasse est $32 - 24 = 8 < 9$; pour le nitrate de potasse $58 - 44 = 18 > 9$; pour le sulfate de potasse $62 - 54 = 8 < 9$.

D'où il suit que dans ces trois expériences le nitrate de potasse ne doit point être décomposé, & que le muriate & le sulfate de potasse doivent éprouver une décomposition. Cependant Schéele annonce qu'il n'a décomposé aucun de ces sels.

Ce défaut de décomposition, en supposant la table des rapports de M. Guyton de Morveau très-exacte, peut dépendre de la nature de la potasse.

Tous les chimistes savent que la potasse pure est très-déliquescente, que la potasse combinée à une petite portion d'acide carbonique est encore extrêmement déliquescente, qu'elle attire l'humidité & se résout en liqueur, & qu'elle ne perd enfin sa propriété déliquescente, que lorsqu'elle est entièrement saturée d'acide carbonique, de manière à pouvoir se cristalliser.

Les chimistes savent aussi que lorsque la po-

masse s'est déjà combinée avec une portion d'acide carbonique, & qu'elle est encore déliquescente, elle n'attire plus que foiblement l'acide carbonique de l'atmosphère, de manière que pour la saturer au point de la faire cristalliser, il faut y faire entrer l'acide carbonique en nature, l'en pénétrer & l'y combiner par des moyens particuliers.

Cela posé, lorsque l'acide carbonique se porte sur le muriate de potasse combiné avec la chaux, & qu'il le décompose, le premier résultat de cette décomposition est la formation d'un carbonate de potasse foiblement saturé & conséquemment déliquescent, & la formation du muriate de chaux, sel aussi déliquescent; ces deux sels attirent ensemble l'humidité de l'air, deviennent liquides & pénètrent la masse pour se déposer au fond du vase qui contient ce mélange. Lorsque le carbonate de potasse liquide rencontre le muriate de chaux liquide, les deux sels se décomposent par double affinité, le carbonate de potasse revient à son état primitif, c'est-à-dire, muriate de potasse, & il ne se forme dans toute la masse que du carbonate de chaux.

Ce cas particulier prouve que pour que l'expérience des décompositions chimiques par triples affinités puisse se faire complètement, il faut que le nouveau sel formé avec la sub-

B iv

tance décomposée ne soit point un sel déliquescent, & qu'il soit au contraire facilement solidifiable ou cristallisable, comme, par exemple, le carbonate de soude.

Schéele dit dans une lettre écrite à M. Crell & publiée dans les *Chemische Annalen* du mois d'août 1784 : « Lorsque'on fait bouillir du sulfate de soude avec la chaux vive, il se sépare tous jours de là soude pure. Cependant on n'obtient cet alcali pur qu'en très-petite quantité, car on retrouve en cristaux la plus grande partie du sulfate de soude. En répétant cette opération on sépareroit encore un peu d'alcali, & ainsi successivement; mais le produit ne vaudroit pas le travail ».

Ce résultat, ainsi qu'on peut s'en appercevoir, ne tient point à l'action de trois affinités simples, & n'entre point dans la classe des phénomènes que nous expliquons ici.

Comme je ne trouve point dans la table de M. Guyton de Morveau les rapports exprimés en nombre, des affinités chimiques des substances métalliques, je ne soumettrai point à ma formule les décompositions des muriate, nitrate & sulfate de soude par le fer; je me réserve de parler de l'explication de ces décompositions qui ont leurs considérations particulières, dans un mémoire que je me propose de lire incessamment.

amment à l'académie sur le moyen que l'on peut tirer des expériences par triples affinités simples, pour rectifier nos tables des rapports d'affinités chimiques exprimées en nombre.

DEUXIÈME MÉMOIRE
SUR L'EXPLICATION
DE PLUSIEURS PHÉNOMÈNES
*Qui paroissent contrarier les loix des
affinités chimiques ;*

Par J. H. HASSENFRAZ.

DANS le premier mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'académie, & dans lequel j'ai examiné diverses expériences de Schéele sur la décomposition de plusieurs sels neutres par la chaux, j'ai fait voir que ces phénomènes inexpliqués jusqu'à ce jour dépendoient de l'action simultanée de trois affinités simples, & j'en ai déduit cette formule : Si on appelle *a* l'affinité de l'acide du sel neutre pour sa base, *b* l'affinité du même acide pour la chaux ou la substance avec laquelle on mêle le sel neutre, & *c* l'affinité de l'acide carbonique pour la base du sel neutre, on a cette formule $a - b \approx c$;

dans le cas où $a - b < c$, il y a décomposition de sel neutre & formation d'un carbonate avec la base de ce sel; & dans le cas où $a - b > c$, il n'y a point de décomposition.

De la formule $a - b < c$ indiquant la décomposition du sel neutre, il doit s'en suivre que lorsque dans une expérience analogue il y a décomposition, il faut nécessairement que $a - c$ soit $< b$; d'où il suit que si l'on ne connoissoit dans l'expérience que les quantités a & c , on auroit nécessairement une limite au-dessous de laquelle la force d'affinité b ne pourroit pas être.

Ceci posé & bien entendu, examinons le problème de la décomposition des sels neutres, tels que les muriates, les nitrates & les sulfates de soude par le fer, ainsi que Schéele & moi nous en sommes assurés.

Comme dans la décomposition des muriates, nitrates & sulfates de soude par le fer en présence de l'acide carbonique, si l'action des affinités étoit aussi simple que dans les expériences que j'ai considérées dans mon premier mémoire; a exprimant l'affinité de l'acide muriatique, nitrique & sulfurique pour la soude, b l'affinité de ces mêmes acides pour le fer, & c l'affinité de l'acide carbonique pour la soude, on auroit, par cela seul que le fer a décomposé ces sels b l'affinité des acides pour le fer $> a - c$, & en mettant les valeurs a & c dans la

formule, on auroit, dis-je, un terme au-dessus duquel seroit nécessairement l'affinité du fer pour ces acides.

La table de M. Guyton de Morveau indique l'affinité de

l'acide muriatique pour la soude	= 31,
— nitrique	= 50;
— sulfurique	= 58,
— carbonique	= 8.

D'où s'en suivroit que l'affinité de l'acide muriatique pour le fer seroit plus grande que $31 - 8 = 23$;

Que l'affinité de l'acide nitrique pour le fer seroit plus grande que $50 - 8 = 42$;

Que l'affinité de l'acide sulfurique pour le fer seroit plus grande que $58 - 8 = 50$.

Comme pendant la décomposition des sels par le fer, le fer pur s'oxide pour se combiner avec les acides, ce n'est point l'affinité du fer pour les acides que ces formules exprimeroient, mais l'affinité de l'oxide de fer pour les acides.

Comme le fer s'oxide en décomposant les sels neutres à base de soude, j'ai essayé si cette décomposition réussiroit également avec des métaux qui paroissent avoir plus d'affinité pour les acides que le fer, & qui fussent susceptibles de se dissoudre dans ces acides : j'ai donc essayé

l'action du zinc sur ces trois sels neutres, & je les ai décomposés de la même manière qu'avec le fer, c'est-à-dire, que j'ai obtenu du carbonate de soude & du muriate, du nitrate & du sulfate de zinc.

Il suit de cette décomposition, ainsi que de celle de Schéele par le fer, que

. L'affinité de l'acide muriatique pour le zinc est plus grande que 23;

L'affinité de l'acide nitrique pour le zinc est plus grande que 42;

L'affinité de l'acide sulfurique pour le zinc est plus grande que 50.

Schéele s'étoit déjà assuré, & je l'ai vérifié aussi, que le cuivre & le plomb ne décomposent point ces sels neutres, 1°. parce que ces métaux n'ont d'affinité pour les acides que lorsqu'ils sont à l'état d'oxide, & cela je le prouverai plus bas en faisant voir que l'oxide de plomb décompose ces sels neutres, & 2°. parce que ces métaux n'ont pas assez d'affinité pour l'oxigène, pour décomposer l'eau & s'oxider par cette décomposition, lorsqu'on les expose à l'action de l'acide muriatique & de l'acide sulfurique.

On ne connoît jusqu'à présent d'autres expériences sur les rapports d'affinités des acides pour les oxides métalliques comparés entr'eux,

que les précipités des métaux les uns par les autres : c'est le moyen que Bergman a employé pour ranger dans sa table d'attraction élective les métaux dans l'ordre de leurs affinités pour les acides, & c'est la plus généralement adoptée jusqu'à ce jour.

Cependant tous les chimistes savent que deux phénomènes ont lieu à la fois dans la précipitation des métaux les uns par les autres ; le métal précipitant s'empare de l'oxigène du métal précipité, & l'acide abandonne l'oxide métallique décomposé, pour se combiner avec l'oxide métallique nouvellement formé. Ainsi la précipitation des métaux les uns par les autres peut être regardée comme le résultat de quatre forces : de l'affinité de l'oxigène pour les deux métaux & de l'affinité de l'acide pour les deux oxides : donc ces précipités sont un résultat d'affinité composée, qui ne peut point présenter un rapport d'affinité simple.

Si par des expériences particulières il étoit possible de déterminer en nombre les rapports d'affinité de l'oxigène pour les métaux, on déduiroit facilement de la précipitation des métaux les uns par les autres les rapports d'affinité des acides pour les oxides métalliques.

De même si l'on avoit par des expériences particulières les rapports en nombre des acides

pour les oxides métalliques, on auroit facilement, par les précipitations des métaux les uns par les autres, les rapports des affinités de l'oxygène pour les métaux, & ces rapports augmenteroient considérablement nos connoissances chimiques, & feroient faire un avancement rapide à cette science, sur-tout à la chimie des arts qui est celle qui paroît le plus intéresser la société dans ce moment où il y a beaucoup de capitaux libres.

Il semble au premier aspect, en examinant les expériences de Schéele sur la décomposition de plusieurs sels neutres par le fer, sur la décomposition de plusieurs sels neutres par le zinc, ainsi que je l'ai trouvé, & en se servant de la formule que j'ai donnée pour expliquer ces phénomènes, qu'il seroit possible d'essayer la décomposition de plusieurs sels par ces substances, & de déterminer pour chaque métal les limites entre lesquelles l'affinité des acides doit être exprimée : donnons-en un exemple.

Le muriate de soude, étant décomposé par le fer, prouve que l'affinité de l'acide muriatique pour l'oxide de fer est plus grande que $31 - 8 = 23$. Si en essayant la décomposition du muriate de baryte par le fer, il n'y avoit point de décomposition, cela prouveroit que l'affinité de l'acide muriatique pour l'oxide de

fer est moins grande que $36 - 14 = 22$; donc que l'affinité de l'acide muriatique pour l'oxide de fer exprimée en nombre, doit être entre 22 & 23.

Il est aisé de voir que par un grand nombre d'expériences & en soumettant plusieurs sortes de muriate à l'action du fer, on parviendroit à tellement rapprocher les limites entre lesquelles se trouve l'affinité de l'acide muriatique pour le fer, que le nombre pourroit être regardé comme déterminé.

Ce que je viens de dire pour l'oxide de fer & pour l'acide muriatique, pourroit se dire pour tout autre oxide métallique & pour tout autre acide, & il ne faudroit que des expériences analogues, pour arriver à ces résultats tant desirables & tant desirés.

Plein de ce projet, j'ai exposé du muriate de soude à différens oxides métalliques; j'ai commencé par l'oxide de plomb. Je suis parvenu à décomposer le muriate de soude par cet oxide, & j'ai obtenu du carbonate & du muriate de plomb.

J'ai mis des proportions différentes du muriate de plomb, afin de m'assurer s'il seroit possible de décomposer complètement le muriate de soude par cette expérience; mais quelque petite quantité de muriate de soude que j'ai mê-

lée à mon oxide de plomb, il n'y eût jamais qu'une portion de décomposée : j'ai toujours obtenu une quantité plus ou moins grande de muriate de soude par la lessive.

Je m'étois particulièrement attaché à varier cette expérience & à la considérer sous un grand nombre de rapports, parce que c'est un des moyens que l'on emploie en Angleterre & en France pour décomposer le sel marin, en obtenir du carbonate de soude, & faire cette belle couleur jaune métallique, pour laquelle un anglois a obtenu une patente à Londres.

Après avoir décomposé le muriate de soude par l'oxide de plomb, j'ai essayé la décomposition de ce sel neutre par plusieurs oxides métalliques précipités de l'acide muriatique ou de l'acide nitro-muriatique par les alcalis; mais je n'ai obtenu aucune décomposition, pas même avec des oxides de fer & de zinc.

Je m'étois servi des dissolutions des métaux dans les acides muriatique & nitro-muriatique, afin que les oxides précipités contiennent juste la quantité d'oxigène nécessaire à leur combinaison avec l'acide du sel neutre que je voulois décomposer, parce qu'il auroit été possible, si les oxides eussent eu une proportion plus ou moins grande d'oxigène, que les acides n'eussent pas pu se combiner.

Etonné

Etonné du peu de succès de mes expériences & sur-tout des oxides métalliques dont les métaux avoient décomposé le muriate de soude, j'ai cherché ce qui pouvoit empêcher mes expériences de réussir.

J'ai relu avec attention les mémoires de M. Berthollet sur l'action des oxides métalliques sur les alcalis, & celui de M. Fourcroy sur la manière dont se comporte l'ammoniaque avec les oxides métalliques. Ces deux mémoires prouvent : le premier, que les oxides métalliques ont une affinité avec la potasse, la soude, la chaux & l'ammoniaque; le second, que les oxides métalliques ont une telle action sur l'ammoniaque, qu'ils la décomposent en partie, & forment avec cet alcali une combinaison particulière.

L'action des alcalis sur les oxides métalliques & leurs combinaisons réciproques une fois prouvées, la différence des résultats obtenus avec les oxides métalliques précipités de leurs dissolutions par des alcalis, & les métaux purs & facilement oxidables, s'expliquent naturellement.

Dans les précipitations des oxides métalliques par les alcalis, il se forme nécessairement une combinaison d'oxide & d'alcali; car elle tient à l'oxide avec une force qui diminue nécessairement d'autant l'affinité de l'oxide pour l'acide,

& lorsque cette affinité est telle, que soustraite de l'affinité de l'oxide métallique pour l'acide, la différence est moins grande que l'affinité de l'acide pour la soude, moins l'affinité de l'acide carbonique pour ce même alcali, il ne peut & il ne doit point y avoir de décomposition. Pour exprimer plus généralement cette formule, soit a l'affinité de l'acide pour la base du sel neutre, b l'affinité de l'acide pour l'oxide métallique, c l'affinité de l'acide carbonique pour la base du sel neutre, d l'affinité de la base du sel neutre pour l'oxide métallique, on aura $a - c \geq b - d$; dans le cas où $a - c$ sera égal ou plus grand que $b - d$, il n'y aura pas de décomposition, & la décomposition ne pourra avoir lieu que lorsque $a - c$ sera plus petit que $b - d$.

Ainsi, par cela seul que les alcalis & la chaux ont de l'affinité pour les oxides métalliques, on ne peut & l'on ne doit point employer, pour décomposer les sels neutres, des précipités obtenus par des alcalis, sans avoir préalablement déterminé l'affinité des alcalis pour les oxides.

Comme nous n'avons pas encore de moyen de déterminer les affinités des alcalis pour les oxides métalliques, il seroit possible, après avoir trouvé les affinités des oxides purs pour les acides, par le moyen que j'ai indiqué, de sou-

mettre aux mêmes expériences les mêmes oxides précipités par les alcalis purs, c'est-à-dire, combinés avec eux, & trouver par ce moyen le rapport d'affinité en nombre des alcalis pour les oxides métalliques.

Les affinités des acides pour la base du sel neutre, celles de l'acide carbonique pour la même base & celles des acides du sel neutre pour les oxides métalliques, étant connues, on auroit trois termes connus dans la formule de $a - c \approx b - d$; d'où il s'ensuivroit que l'on auroit les limites entre lesquelles seroient contenues les forces d'affinités d des alcalis pour les oxides métalliques; limites qui seroient d'autant plus rapprochées, que les expériences seroient plus multipliées ou mieux choisies.

Il paroît encore que dans la décomposition des sels neutres par les oxides métalliques, les bases, lorsqu'elles ont de l'action sur les oxides, retardent plus ou moins les décompositions.

J'ai soumis à l'action du fer & du zinc du muriate d'ammoniaque. On trouve dans les tables de M. Guyton de Morveau, que l'affinité de l'acide muriatique pour l'ammoniaque = 22 & celle de l'acide carbonique pour l'ammoniaque = 4; d'où suit cette formule que $a - c = 22 - 4 = 18$; qu'ainsi, pourvu que l'affinité des oxides & du zinc pour l'acide muriatique soit

un peu plus grande que 18, ces métaux, autrement leurs oxides, devraient décomposer le muriate d'ammoniaque ; & comme nous avons vu que la décomposition du muriate de soude pour ces oxides métalliques établit que l'affinité des oxides de fer & de zinc doit être au moins de 23, il s'en suit qu'ils devraient décomposer le muriate d'ammoniaque. Cependant les expériences que j'ai faites dans le dessein d'opérer cette décomposition, ne m'ont pas réussi.

Ces résultats prouvent que l'action de l'ammoniaque est plus grande sur les oxides métalliques que celle de la soude, & que cette action agit déjà lorsque cet alcali est combiné avec l'acide muriatique ; qu'ainsi dans l'usage des sels neutres pour trouver l'affinité des oxides métalliques pour les acides, il faut employer des sels dont les bases aient de l'affinité pour l'acide carbonique, & n'en aient point pour les oxides métalliques.

Cette affinité de l'ammoniaque pour les oxides métalliques explique une objection que l'on auroit pu faire dans le cours de ce mémoire, & dont la réponse est simple & naturelle.

Comment se fait-il que l'affinité du fer pour l'acide muriatique soit plus de 23, & que l'affinité de l'ammoniaque pour l'acide muria-

tique ne soit que 22, & que cependant l'ammoniaque précipite l'oxide de fer de sa dissolution dans l'acide muriatique ?

C'est que lorsque l'on verse de l'ammoniaque ou tout autre alcali dans une dissolution de muriate de fer, une partie de l'ammoniaque se porte sur l'acide & une autre sur le fer, & que le *férate* ammoniacal qui se forme diminue d'autant l'affinité de l'oxide de fer pour l'ammoniaque; qu'ainsi, si l'affinité de l'acide muriatique pour l'ammoniaque = a , pour le fer = b , & l'affinité du fer pour l'ammoniaque = d , on a cette formule $a \lesseqgtr b - d$; & que pour qu'il y ait précipitation, il faut que a soit plus grand que $b - d$; qu'ainsi le d de la formule ou l'affinité de l'ammoniaque pour le fer est plus grande que $23 - 22 = 1$.

Et comme nécessairement la soude a aussi une affinité pour le fer, il en résulte que l'affinité de l'ammoniaque pour le fer est plus grande que l'affinité du fer pour la soude.

J'ai fait voir dans ce mémoire qu'en se servant de sels neutres dont les bases n'aient point d'affinité pour les oxides métalliques, & qu'en les exposant, à la manière de Schéele, à l'action des oxides métalliques & de l'acide carbonique, on pourroit parvenir à avoir, 1°. les rapports d'affinités en nombre des acides pour les oxides

métalliques; 2°. les rapports d'affinités des alcalis pour les mêmes oxides; & 3°. en réunissant ces expériences à celles des précipitations métalliques les unes par les autres, on pourroit aussi parvenir à avoir les affinités de l'oxigène pour les métaux; & comme quelques métaux décomposent l'eau pour s'emparer de son oxigène, & que d'autres ne la décomposent point, il seroit peut-être encore possible d'avoir le rapport d'affinité de l'oxigène pour l'hydrogène & par suite pour beaucoup d'autres substances.

DESCRIPTION D'UN EUDIOMÈTRE ATMOSPHERIQUE (a);

Par HENRI REBOUL.

UN eudiomètre atmosphérique est un instrument propre à mesurer la quantité d'air vital contenue dans une portion d'air atmosphérique. On fait que l'atmosphère n'est qu'un mélange d'air vital & d'une autre espèce d'air que les anglois ont appelé air phlogistique, & qu'on

(a) Extrait des Mémoires de l'Académie des sciences de Toulouse, tome III.

commence à connoître sous le nom plus convenable de mofette atmosphérique (a).

Pour trouver les proportions du mélange de l'air vital & de la mofette, il faut les mettre en contact avec des corps qui absorbent l'un sans toucher à l'autre. On peut donc employer, pour produire cet effet, toutes les substances qui ont une puissante affinité avec l'air vital, & qui peuvent l'absorber.

Ces substances sont connues sous le nom de combustibles; & en effet tout corps n'est combustible, que parce qu'il peut s'unir à l'air vital ou à la base de l'air vital.

Tous les combustibles ne sont pas égale-

(a) Il est aisé de s'appercevoir que ceci a été écrit avant que les réformateurs de la chimie eussent introduit l'usage d'une nomenclature méthodique qui est essentiellement liée aux progrès de la science, & qui rend l'idiôme de la chimie le plus parfait qu'on connoisse. J'observerai pourtant que le nom de gaz azote, qui est substitué à ceux de mofette & de gaz phlogistique est peut-être le seul de cette nombreuse nomenclature dans le choix duquel on se soit écarté des principes qui lui ont servi de base. La signification propre de ce mot n'a qu'un rapport vague avec son étymologie; & puisque l'on conservoit à ses dérivés acides les noms de nitrique & nitreux, il semble que l'harmonie de la nomenclature eût été mieux conservée en donnant au gaz radical de ces acides le nom de nitrogène. (Note écrite en 1792.)

ment propres aux expériences de l'eudiomètre ; il faut en exclure ceux qui en brûlant produisent des fluides aériformes, comme les charbons, & les huiles, l'esprit-de-vin, &c. On s'est servi le plus souvent jusqu'à ce jour des combustibles qui sont sous forme d'air, par exemple, des gaz inflammables & nitreux, sans doute parce que leur substance se mêlant plus intimement à celle de l'air vital, la combustion en est plus complète ; mais cet avantage est bien compensé par d'autres considérations. La première de toutes est l'impossibilité de se procurer toujours des gaz inflammables ou nitreux qui soient au même degré de pureté.

Or il est indispensable que le combustible qu'on emploie, soit constamment le même ; car, pour peu qu'il diffère de lui-même dans deux expériences, celles-ci offriront des résultats différens, quoiqu'on ait opéré sur le même air ; ce qui est évidemment contraire au but qu'on se propose.

Schéele a employé, pour séparer l'air vital de la mofette, un mélange de limaille de fer, de soufre & d'eau ; d'autres se sont servis de foie de soufre. Ces moyens sont très-exacts, & sur-tout le premier ; mais ils sont peu expéditifs. Le premier exige plusieurs heures ; le second, plusieurs jours.

Le phosphore m'a paru réunir tous les avantages (a); son affinité avec l'air vital est très-puissante; sa combustion est rapide, facile à animer, & ne fournit aucun produit aériforme.

D'après les propriétés du phosphore, voici, ce me semble, la manière la plus simple de construire un eudiomètre.

Qu'on fasse souffler une boule à l'extrémité

(a) On ne finiroit point si on vouloit décrire & discuter tous les eudiomètres qu'on a imaginés jusqu'à ce jour. Celui d'air nitreux a lui seul subi successivement cinq ou six changemens dans les mains de MM. Priestley, Magellan, Gérardin, Fontana & Acharé. Ce dernier a publié aussi la description d'un eudiomètre à phosphore (*Journal de Physique, année 1784, tome I*). Cet instrument n'a guère été mis en usage; la construction en est difficile, la forme bizarre, & la manipulation qu'il exige compliquée & embarrassante. D'ailleurs la combustion du phosphore ne peut s'y opérer que d'une manière très-imparfaite. Mais rien n'a peut-être plus contribué à faire négliger l'usage de cet eudiomètre, que la théorie qui a servi de principe à sa construction, & que personne, que je sache, n'a adoptée. Suivant l'auteur de cette théorie, le phosphore en brûlant précipitoit l'air fixe de l'air de l'atmosphère. C'étoit dans le tems que Priestley supposoit dans l'atmosphère un seizième de son volume d'air fixe, Kirvan un cinquantième, & que l'abbé Fontana pouvoit à peine y en reconnoître un millième.

d'un tube de verre bien calibré, dont le diamètre intérieur soit au moins de deux lignes & demie à trois lignes, & qui ait environ cinq ou six pouces de longueur. Les dimensions de la boule doivent être telles, que sa capacité soit égale à un peu plus que deux fois la capacité du tube, & à moins que trois fois cette même capacité. On en va voir la raison.

Pour établir une graduation sur cet instrument, il faut diviser toute sa capacité en quatre parties égales; la quatrième partie se trouvera renfermée dans la longueur du tube avec une portion de la troisième. Après avoir mesuré la longueur de la portion de tube qui renferme toute une partie, on pourra aisément tracer sur le papier une graduation qui divisera cet espace en vingt-cinq degrés. Chacun de ces degrés sera un vingt-cinquième de la capacité du quart de l'instrument, & par conséquent un centième de la capacité totale. Si le même espace est divisé en cent degrés, chacun d'eux représentera un quatre centièmes; enfin, si l'on veut que la graduation indique jusqu'à des millièmes, on pourra commencer par diviser toute la capacité de l'instrument en cinq parties égales. Si l'on subdivise ensuite l'un de ces cinquièmes en cent degrés, chacun d'eux représentera un cinq centièmes = 0,002.

La graduation tracée sur du papier sera exactement appliquée sur le verre au moyen d'un peu de gomme arabique ; elle doit s'étendre jusqu'au-delà de 0,25. Il paroît inutile qu'elle passe 0,30 de la capacité totale. C'est dans ce petit matras gradué qu'il faut trouver le moyen d'enfermer hermétiquement une quantité déterminée d'air avec une parcelle de phosphore, & d'y faire brûler celui-ci, sans qu'aucun atôme d'air puisse s'échapper pendant la combustion, ou y pénétrer après qu'elle est achevée.

Pour cet effet j'ai mastiqué à l'extrémité du col de ce matras une pièce de fer cylindrique longue d'environ deux pouces & demi, & percée d'outre en outre. Cette pièce est taraudée à l'une de ses ouvertures ; le pas de vis, qu'on y a imprimé, a au moins un quartième de ligne de profondeur, & s'étend sur une longueur d'environ trois lignes. Cette ouverture se ferme au moyen d'une vis fort courte, dont la tête est carrée & garnie d'une ou deux rondelles de cuivre. Tout cet appareil est représenté dans la planche première ; *AB* (*fig. 1*) est le petit matras ou eudiomètre auquel est mastiquée la pièce de fer cylindrique & creuse *AC* ; *D* est la petite vis à tête carrée & solide qui sert à fermer le matras, en s'engageant dans l'écrou *A* du cylindre.

Pour ferrer fortement cette vis dans son écrou, on peut se servir de la clef *E*, dont les deux branches s'engagent dans deux entailles correspondantes *II*, faites avec la lime dans la partie supérieure du cylindre qui porte l'écrou. On conçoit que si après avoir engagé la vis à l'extrémité du cylindre, on fixe la tête carrée dans un trou carré où elle ne puisse point tourner, & qu'ensuite au moyen de la clef *E* on tourne le cylindre de fer & l'instrument qui lui est mastiqué, on ferrera la vis dans son écrou, jusqu'à ce que les cuirs intermédiaires ne puissent plus se comprimer; ce qui rendra l'audiomètre parfaitement clos & comme hermétiquement fermé.

Si avant de le fermer ainsi, on y a introduit une parcelle de phosphore, il suffira, pour opérer la combustion & la séparation de l'air vital, d'approcher la boule du matras d'une bougie allumée. Le phosphore s'enflammera subitement; l'air, d'abord dilaté par la chaleur, tendra à s'échapper; mais bientôt absorbé par le phosphore brûlant, il perdra son élasticité, & cette portion d'air absorbée sera réduite à moins de 0,001 de son volume.

Pour compléter cette absorption, il est nécessaire d'approcher trois ou quatre fois la bougie de la boule, afin que la chaleur aide le

phosphore à s'emparer de la petite quantité d'air qui a pu échapper à la première combustion. On sent d'avance qu'il est nécessaire d'employer dans chaque essai une dose surabondante de phosphore.

Pour connoître la quantité d'air vital absorbé dans chaque expérience, il ne manque plus qu'à ouvrir l'eudiomètre, en le tenant plongé par son extrémité dans une liqueur quelconque, qui puisse s'élever dans le col & remplacer l'air qui s'est uni au phosphore. J'ai préféré le mercure à tout autre fluide, & me suis servi, pour cette manipulation, d'un vase cylindrique ou espèce d'étui en bois compacte & bien sain (*fig. 2*), percé jusqu'à une profondeur d'environ cinq pouces d'un trou quarré, dans lequel pouvoit glisser sans frottement sensible la tête quarrée de la vis *D*. Ce trou quarré étant presque entièrement rempli de mercure, il faut y plonger l'extrémité de l'eudiomètre; ou la combustion a déjà été opérée, alors on peut aisément, au moyen de la clef *E*, devisser le bouchon qui ferme l'instrument. Aussi-tôt que le mercure peut se faire jour dans le tube, il y jaillit & s'élève ensuite lentement. Il faut alors enfoncer l'eudiomètre dans l'étui ou vase à mercure, & avoir soin que la liqueur qui s'est introduite dans le tube, & celle qui l'en-

toire extérieurement, soient de niveau. La graduation indique sur-le-champ la quantité d'air vital absorbé, puisque cette quantité est exactement représentée par le volume du mercure qui est entré dans le matras.

Je ne m'étendrai pas ici sur la manière la plus commode de faire ces épreuves & sur les moyens de rendre cet instrument portatif & facile à manier. Ces détails minutieux, auxquels chacun peut suppléer, pourront un jour être rendus publics, si l'usage de cet instrument me conduit à le perfectionner (a).

(a) Depuis que ceci a été publié, j'ai cherché à rendre cet instrument applicable à l'examen de tous les fluides aériformes qui se sont mêlés à une portion d'air vital, & à l'examen de l'air vital lui-même. Le moyen en est bien facile; il tend à simplifier encore la construction de l'instrument, quoique celui-ci en devienne moins portatif. Le moyen consiste à souffler la boule de l'eudiomètre au bout d'un tube très-court & d'un plus grand calibre, de supprimer par conséquent la graduation, & de reconnoître les quantités d'air vital décomposé, en pesant le mercure introduit dans l'eudiomètre après la combustion & le refroidissement. (*Note de 1792.*)



EXAMEN CHIMIQUE
DES CENDRES BLEUES,
Et Procédé pour les préparer ;

Par M. PELLETIER (a).

L'ON ne connoît point en France la manière de préparer les cendres bleues ; elles y ont cependant été préparées autrefois , d'après ce qu'en disent plusieurs auteurs. Ce sont maintenant les anglois qui nous les fournissent. Je ne puis évaluer leur consommation , mais je fais qu'elle est considérable : les papetiers & les peintres en font un grand emploi. Ces considérations m'ont engagé à en faire l'analyse & à chercher les moyens de les préparer. C'est ce travail que j'offre aujourd'hui au public. Je vais, avant tout, exposer les connoissances que l'on nous a transmises sur leur nature.

Lemery, en parlant de la cendre bleue, dit que c'est une composition bleue , ou pierre broyée , qui nous vient de Pologne.

(a) Extrait d'un Mémoire lu à l'Académie des Sciences.

Pomet nous dit de même que la cendre bleue est une composition que nous tirons d'Angleterre ou de Rouen, où elle est apportée par les suédois, hambourgeois & danois : la plus grande partie, dit encore *Pomet*, nous vient de Dantzic en Pologne, & il ajoute qu'il n'a pu savoir ce que c'étoit que la cendre bleue, mais qu'on lui avoit assuré que c'étoit une composition, & qu'il s'en faisoit à Rouen.

L'on ne doute point aujourd'hui que les cendres bleues ne soient un produit de l'art ; l'on fait aussi, d'une manière cependant assez vague, que ceux qui en Angleterre les préparent, sont des personnes qui affinent les matières d'or & d'argent. L'on connoît encore un bleu natif, qui, étant broyé, donne une couleur bien supérieure aux cendres bleues les plus belles. Ce bleu est la mine de cuivre désignée sous les noms de bleu de montagne, cristaux d'azur & crysolle bleue. Je parlerai de la nature de ces substances, qui, comme on le verra, diffèrent peu des cendres bleues ; mais elles se trouvent en trop petite quantité dans le sein de la terre, & le plus ordinairement mêlées de malachite ou de verd de montagne, pour que l'on puisse songer à les substituer aux cendres bleues.

Les anciens ont eu connoissance du bleu de cuivre natif & du même bleu factice ou cendres

dres bleues : Encelius en parle dans son ouvrage ayant pour titre : *De re metallicâ*, imprimé en 1557.

Telles sont nos connoissances actuelles sur les cendres bleues, auxquelles je joindrai l'opinion de M. de Morveau sur ce qui constitue la différence entre les mines de cuivre appelées verd de montagne & bleu de montagne. Ce chimiste a imprimé un mémoire parmi ceux de l'académie de Dijon, année 1782, dans lequel il considère le bleu de montagne comme une chaux de cuivre retenant plus de phlogistique que le verd de montagne. A cette époque ce célèbre chimiste s'exprimoit ainsi; mais s'il écrivoit aujourd'hui sur le même sujet, il développeroit ses idées d'une autre manière & vraisemblablement comme je vais le faire, d'après la série des expériences que j'ai tentées sur des substances analogues.

Je vais maintenant entrer dans des détails de l'analyse des cendres bleues; j'indiquerai ensuite les procédés d'après lesquels je suis parvenu à les préparer; c'est particulièrement le but de ce mémoire que je terminerai par quelques considérations générales sur les bleu & verd de montagne, ainsi que sur les cendres bleues.

Analyse des cendres bleues.

§. A. Les acides nitrique & marin dissolvent avec effervescence & en totalité les cendres bleues ; ils en séparent de l'acide carbonique que l'on peut recueillir.

J'ai aussi traité 600 grains de cendres bleues avec l'acide sulfurique ; l'effervescence a été telle, que le mélange seroit sorti du matras, si je n'y eusse pris garde ; la dissolution n'étoit pas parfaitement claire ; je l'ai évaporée à siccité, & j'ai ensuite traité le résidu avec de l'eau distillée à froid ; par ce moyen je suis parvenu à en séparer une substance insoluble blanche, dont la plus grande partie étoit soyeuse : je l'ai reconnue pour de la sélénite ou sulfate de chaux. Son poids étoit de 132 grains ; ce qui répond à environ 7 grains de chaux pure par 100 grains de cendres bleues. J'ai ensuite évaporé les liqueurs de ces lavages, elles ont fourni du sulfate de cuivre, dont le poids s'est trouvé de deux onces & demi-gros. Cette quantité répond à près de 300 grains de cuivre pur ; ce qui est environ 50 par 100 grains de cendres bleues.

Il y a dans le commerce diverses qualités de cendres bleues, & toutes fournissent avec l'acide sulfurique du sulfate de chaux & du sulfate de cuivre, mais non pas dans les rapports

que je viens d'indiquer. J'en ai trouvé qui m'ont fourni du sulfate de chaux dans des proportions doubles & conséquemment moins de sulfate de cuivre. Ces qualités de cendres bleues contiennent donc jusqu'à 14 parties de chaux pure par quintal ; aussi étoient-elles d'une couleur moins foncée.

§. B. L'ammoniaque enlève aux cendres bleues le cuivre qu'elles contiennent, & l'on a pour résidu une petite quantité de carbonate calcaire ; mais je n'ai point eu de cette expérience le succès que j'en attendois, parce que le carbonate calcaire se trouve dans les cendres bleues dans une division si parfaite, que l'ammoniaque le tient en suspension, à mesure qu'il attaque le cuivre.

Distillation des cendres bleues.

§. C. J'ai distillé à l'appareil pneumatochimique 600 grains de cendres bleues ; le feu a été poussé par degrés jusqu'à ce qu'il ne passât plus d'air. Après la distillation le résidu s'est trouvé d'une couleur d'un noir rougeâtre un peu cuivreux, du poids de 5 gros 40 grains ou de 400 grains : ainsi les cendres bleues perdent à la distillation 33 liv. $\frac{1}{2}$ au 100 : l'air qu'elles ont fourni occupoit un volume d'environ deux pintes. L'eau l'a absorbé presque en totalité ; il

rougissoit la teinture de tournesol, & précipitoit l'eau de chaux, &c. c'étoit donc de l'acide carbonique. Les cendres bleues ont aussi fourni, dans leur distillation, quelques gouttes d'eau, qui étoient très-sensibles dans le col de la cornue. J'en ai évalué la quantité à environ 3 grains $\frac{1}{3}$ par 100; ce qui réduit la quantité d'acide carbonique à 30 par 100.

Réduction des cendres bleues.

§. D. Afin de procéder à la réduction des cendres bleues, j'ai partagé en deux parties égales le résidu de la distillation précédente; chacune se trouvoit du poids de 200 grains, & répondoit à 300 grains de cendres bleues.

A une de ces portions j'ai ajouté 600 grains de flux noir & demi-gros de charbon du tartre; j'ai mis le tout bien mêlé dans un creuset d'essai, & j'ai recouvert la surface du mélange d'un peu de sel marin en poudre; j'ai procédé ensuite à la fusion avec la précaution que l'on apporte dans ces sortes d'essais. La réduction achevée, j'ai eu au fond du creuset un petit culot de cuivre du poids de 2 gros 3 grains ou de 147; ce qui, par 100 grains de cendres bleues, donne 49 de cuivre pur.

Afin d'avoir un résultat exact, j'ai procédé à la réduction de l'autre portion ou résidu de

la distillation de 600 grains de cendres bleues ; les mêmes précautions ont été observées : le petit culot de cuivre obtenu dans ce second essai , pesoit 2 gros 4 grains & demi ou 148 grains & demi ; ce qui donne 49 grains & demi de cuivre pur par 100 grains de cendres bleues.

Ainsi , d'après ces deux essais & la perte inévitable dans les réductions , l'on peut évaluer à 50 liv. la quantité de cuivre contenu dans 100 liv. de cendres bleues. Cette quantité d'ailleurs se trouve conforme à celle que j'ai trouvée par la voie humide.

Il me reste à déterminer la quantité d'air pur ou d'oxigène qui se trouve uni au cuivre dans les cendres bleues. J'ai fait voir plus haut que de 100 parties je retirois 30 grains d'acide carbonique , 3 & un tiers d'air , 7 de chaux pure & 50 de cuivre : pour compléter les 100 parties il nous manque $9 \frac{2}{3}$. Ce déficit nous donne le poids de l'oxigène contenu dans les cendres bleues. L'oxigène s'y trouve donc dans les proportions de $9 \frac{2}{3}$ au 100.

Afin d'être bien convaincu que les cendres bleues contenoient de l'oxigène , j'en ai distillé une certaine quantité , jusqu'à ce qu'elles ne fournissent plus d'acide carbonique ; je leur ai alors ajouté un peu de charbon en poudre , & je les ai soumises à une nouvelle distillation ;

D iij

le produit qu'elles ont donné étoit de l'acide carbonique, & dans la cornue j'ai eu du cuivre en petits grains mêlés avec le charbon. L'acide carbonique obtenu dans cette deuxième distillation, prouve évidemment que les cendres bleues contiennent de l'oxigène.

Résumé de l'analyse.

Il résulte de cette analyse, que 100 grains de cendres bleues contiennent,

1°. Acide carbonique, §. C.	30 grains.
2°. Eau, §. C.	3 $\frac{1}{2}$
3°. Chaux pure, §. A.	7
4°. Oxigène, §. D.	9 $\frac{3}{4}$
5°. Cuivre pur, §. A & D.	50

Total. 100

J'observe que c'est sur des cendres bleues de la première qualité que j'ai opéré, & que celles de qualité inférieure contiennent plus de carbonate de chaux & moins de cuivre.

Synthèse ou recomposition des cendres bleues.

Il ne suffisoit point de savoir de quoi les cendres bleues étoient composées, il falloit encore trouver le moyen d'en faire : c'étoit principalement le but de mes recherches. L'on aura

de la peine à croire les difficultés que j'ai rencontrées : ce n'est certainement pas du premier essai que j'y suis parvenu : j'ai eu à chercher le *modus faciendi*, le tour de main, si je puis m'exprimer ainsi. Et quels sont les produits des arts qui ne demandent point une manipulation particulière?

J'étois instruit que les cendres bleues étoient préparées en Angleterre par des personnes qui affinent l'or & l'argent. L'on sait que ce genre de travail consiste à allier l'or à l'argent, & à séparer l'argent, à l'aide de l'acide nitrique qui le dissout, sans attaquer l'or. L'on précipite ensuite l'argent à la faveur du cuivre, dont l'affinité avec l'acide nitrique est plus forte. La liqueur qui reste de ce travail est une dissolution de cuivre par l'acide nitrique ; c'est cette liqueur qui vraisemblablement leur sert à préparer la cendre bleue.

Je savois encore que l'on prépare à Paris un bleu de cuivre bien inférieur aux cendres bleues, en précipitant le sulfate de cuivre par la potasse, & en faisant tourner ce précipité au bleu par le moyen de la chaux & du sel ammoniac : mais ce précipité verdit un peu à mesure qu'il sèche. M. Berthollet a aussi imprimé, dans un mémoire ayant pour titre : *Observations sur les combinaisons des oxides métalliques avec les al-*

calis & la chaux (*Mémoires de l'académie, année 1788*), que « lorsque l'on mêle de la chaux » avec un précipité verdâtre de cuivre fait récemment & une quantité suffisante d'eau, ce précipité prend avec le temps une couleur bleue, qui approche beaucoup de la couleur bleue de la cendre bleue, dont on se sert dans les arts ».

C'est donc d'après ces diverses données, & d'après l'analyse que j'avois faite des cendres bleues, que j'ai tenté une suite d'expériences qui m'ont enfin conduit au but que je m'étois proposé. Je ne détaillerai pas toutes celles que j'ai tentées sans aucun succès. Il en est cependant plusieurs dont je crois devoir parler, de celles particulièrement dont les résultats peuvent être de quelque utilité pour les arts.

Expériences.

1°. J'ai précipité une dissolution de nitrate de cuivre par le carbonate de potasse; j'ai obtenu un précipité verdâtre : ayant ensuite ajouté au précipité un peu de chaux en poudre, ce précipité a pris une couleur bleue, mais par la dessiccation il a pris une teinte tirant plus sur le verd que sur le bleu (cette expérience est à-peu-près celle de M. Berthollet). Si l'on précipite une dissolution de nitrate de cuivre par

de l'alcali parfaitement saturé d'acide carbonique, le précipité est d'un verd plus foncé, & la liqueur contient en dissolution un peu de cuivre : cette dissolution s'opère à la faveur du carbonate de potasse.

2°. J'ai précipité une dissolution de nitrate de cuivre par la soude & la potasse pure ou caustique ; les précipités que j'ai obtenus étoient d'une couleur d'un bleu verdâtre très-agréable à l'œil : on pourroit les employer dans la peinture sur papier & autres. En triturant ces précipités avec un peu de chaux vive, on parvient à leur donner une couleur bleue, même assez foncée ; mais en séchant ils verdissent un peu. Le résultat de ces dernières expériences étoit, comme l'on voit, une espèce de cendres bleues ; mais en les comparant avec celles d'Angleterre, j'y trouvois unè grande différence.

3°. J'ai mis dans une dissolution de nitrate de cuivre, un morceau de carbonate de chaux ou craie ; au bout de quelques jours il avoit pris une couleur verte très-belle, & il ressembloit à un morceau de malachite.

4°. J'ai précipité par la chaux une dissolution de nitrate de cuivre préparée en faisant dissoudre du cuivre à froid dans de l'acide nitrique ; la précipitation a eu lieu avec des phénomènes bien singuliers : tantôt j'avois un pré-

cipité d'un beau bleu, une autre fois le précipité étoit d'un verd assez foncé, & quelquefois enfin le précipité étoit d'un verd pâle, quoique j'employasse & la même chaux & la même dissolution de cuivre. C'est en examinant avec attention ces divers phénomènes, que je suis parvenu à avoir un procédé constant pour faire les cendres bleues; je crois devoir faire connoître les causes de ces résultats dissemblables. Ils sont essentiellement dus aux proportions de chaux & de dissolution de cuivre que je mélangeois. L'on en sera bien plus convaincu d'après le court exposé des expériences que j'ai faites à ce sujet.

A. J'ai mis, dans 1 once 6 gros de dissolution de nitrate de cuivre (qui donnoit 20 degrés à l'aréomètre de M. Baumé pour les sels), 2 gros de chaux. En triturant ce mélange, il a pris une couleur bleue: j'ai séparé le précipité par la filtration. Lorsqu'il a été sec, il étoit d'une couleur bleue tendre: il pesoit 3 gros 41 grains. Dans cette expérience le nitrate de cuivre a été décomposé en totalité.

B. A 2 onces 5 gros de la même dissolution de nitrate de cuivre, j'ai mis 2 gros de chaux: le mélange étoit d'un beau bleu; le précipité lavé & séché étoit d'un bleu plus vif que celui de l'expérience précédente: il pesoit

4 gros 27 grains. La dissolution de nitrate de cuivre a été de même décomposée en totalité.

C. A 3 onces 4 gros de dissolution de nitrate de cuivre, j'ai mis 2 gros de chaux : le mélange a pris une couleur d'un bleu tirant sur le verd : le précipité étant sec, étoit plus verd que bleu : il pesoit 4 gros 61 grains. La totalité de la dissolution de nitrate de cuivre a été décomposée.

D. A 4 onces 3 gros de dissolution de nitrate de cuivre j'ai ajouté 2 gros de chaux : le précipité séché étoit d'un verd pâle, & il pesoit 5 gros. Le nitrate de cuivre a été aussi décomposé en totalité.

E. A 5 onces 2 gros de dissolution de nitrate de cuivre j'ai ajouté 2 gros de chaux : le nitrate a été décomposé en totalité. Le précipité, étant sec, pesoit 5 gros & 16 grains ; sa couleur étoit un verd pâle. Le nitrate de cuivre a été encore décomposé en totalité.

F. A 6 onces un gros de la même dissolution cuivreuse, j'ai ajouté 2 gros de chaux en poudre, ayant soin, comme dans les expériences précédentes, de bien triturer le mélange. La dissolution n'a pas été décomposée en totalité ; le précipité étoit d'un verd très-pâle & du poids de 5 gros 16 grains.

L'en voit d'après ces expériences, que lors-

que j'augmentoïis les proportions de nitrate de cuivre en conservant celle de chaux, alors les précipités passoient du bleu au verd; que lorsque la dissolution cuivreuse étoit mise en excès, ou lorsque la chaux n'étoit pas employée en quantité suffisante pour la décomposer entièrement, alors le précipité étoit d'un verd très-pâle; que lorsqu'au contraire j'employois plus de chaux qu'il n'en falloit pour décomposer la totalité de la dissolution du nitrate de cuivre, alors les précipités étoient d'un bleu plus ou moins foncé. Ces observations m'indiquoient déjà, comme on peut le voir, la marche que j'avois à suivre pour faire les cendres bleues. Je vais maintenant décrire les procédés qui m'ont le mieux réussi.

Préparation des cendres bleues.

Je fais dissoudre à froid du cuivre dans de l'acide nitrique affoibli, afin d'avoir une dissolution cuivreuse pareille à celle que l'on obtient dans les travaux du départ. J'ajoute ensuite à cette liqueur de la chaux en poudre, & j'ai soin d'agiter le mélange, pour faciliter la décomposition du nitrate de cuivre; j'ai soin encore de mettre un petit excès de nitrate de cuivre, afin que toute la chaux soit absorbée, & afin que le précipité qui a lieu (dans l'inf-

tant même du mélange), soit un pur précipité du cuivre , je laisse déposer le précipité , je décante la liqueur qui le surnage (qui est du nitrate de chaux), je le lave à plusieurs reprises , jusqu'à ce qu'enfin il se trouve bien édulcoré ; je mets alors le tout sur un linge , pour que ce précipité puisse s'égoutter. C'est avec ce précipité , qui est d'une couleur d'un vert tendre , que je prépare les cendres bleues. Pour cet effet , j'en prends une certaine quantité que je mets sur une pierre à broyer ou bien dans un grand mortier ; j'y ajoute ensuite un peu de chaux vive en poudre : ce mélange prend , par la trituration & dans l'instant , une couleur bleue très-vive. Si le précipité étoit trop sec ou même tout-à-fait sec , j'ajoute une très-petite quantité d'eau , afin que le mélange forme une espèce de pâte un peu liquide & facile à broyer. La quantité de chaux que j'emploie est de sept à dix par cent de précipité ; mais j'ai un moyen certain de ne pas en mettre un excès , c'est de faire sécher une très-petite quantité du mélange , soit au soleil ou bien dans un endroit chaud , pendant le tems même que l'on continue à le broyer ; & si , par la dessication , il prend une teinte trop claire , alors l'on peut ajouter une petite quantité de précipité de cuivre , en observant que la vivacité du bleu ne s'affoiblisse.

Je fais ensuite sécher le tout ; & comme je n'ai employé que peu d'eau, la dessiccation en est prompte : c'est par ce moyen que j'obtiens des cendres bleues absolument semblables & même supérieures à celles que l'on nous envoie d'Angleterre : traitées de même avec les acides, elles s'y dissolvent en totalité avec effervescence, & elles donnent de l'acide carbonique : l'on ne peut donc méconnoître dans leur formation, ou une production ou une prompte absorption de cet air. J'examinerai ce phénomène dans un autre moment ; il me suffit, pour l'instant, de faire remarquer que la lumière n'influe en rien dans la couleur qu'elles prennent, comme plusieurs chimistes étoient assez disposés à le croire : le fait est instantané, il a lieu à l'obscurité, & il est même si prompt, que l'on ne peut supposer que la lumière vienne y contribuer pour quelque chose.

Dans mes premiers essais je préparois les cendres bleues, soit en triturant un mélange de nitrate de cuivre & de chaux pure, soit encore en précipitant par l'alcali caustique une dissolution de nitrate de cuivre que j'avois passée sur de la chaux, & qui se trouvoit, d'après cela contenir du nitrate de chaux. Par ces deux derniers procédés, j'étois parvenu à préparer de la cendre bleue ; mais aujourd'hui je donne

la préférence à celui que je viens de décrire, par ce qu'outre qu'il donne un résultat plus constant, il ne demande point de grands tâtonnemens, & il est très-économique.

Je suis aussi parvenu à faire des cendres bleues, en faisant tourner au bleu, par l'addition d'un peu de chaux, le précipité obtenu de la décomposition du muriate de cuivre par la chaux. Cette expérience est très-importante dans ce moment où des établissemens de sel de soude (obtenu en décomposant le sel marin) vont mettre dans le commerce une grande quantité d'acide marin à un prix bien inférieur à celui de l'acide nitreux. Je reviendrai sur cet objet, ayant eu occasion de faire diverses observations, en faisant dissoudre dans l'acide marin, soit le cuivre en nature, soit son oxide, ou les écailles de cuivre.

J'ai aussi préparé des précipités bleus en décomposant par la potasse caustique une dissolution de nitrate de cuivre, à laquelle j'ajoutai du nitrate de chaux : mais ces précipités tournent un peu au vert dans leur dessiccation; ils sont cependant d'une couleur agréable, & on pourroit les employer dans la peinture.

J'ai encore préparé des précipités de cuivre en décomposant, par la potasse caustique, des dissolutions de cuivre faites dans divers acides,

& j'ai cherché à les faire tourner au bleu par le moyen de la chaux. L'on parvient bien par cette addition à leur donner une teinte bleue ; mais ils pouffent au vert dans la dessication ; ce qui n'a pas lieu dans le procédé que j'ai décrit pour les cendres bleues. Je me propose de suivre ces dernières expériences , & d'examiner à quoi peuvent tenir les phénomènes qu'elles m'ont offerts.

L'on jugera maintenant qu'il sera possible d'établir à bon compte les cendres bleues, même en préparant exprès le nitrate de cuivre ; & si le privilege exclusif de l'affinage accordé à un seul établissement ne peut long-tems exister d'après le nouveau régime , les particuliers qui auront pour-lors la liberté d'affiner les matières d'or & d'argent , trouveront à tirer un parti utile & lucratif de la dissolution du nitrate de cuivre, en l'employant à faire des cendres bleues. Ce procédé leur sera même d'autant plus avantageux , que lorsque l'affinage sera entre plusieurs mains , il ne seroit plus possible alors de songer à traiter la dissolution de nitrate de cuivre par le procédé que l'on suit aujourd'hui à l'affinage de Paris , lequel consiste à la distiller pour en obtenir le cuivre & l'acide nitreux en partie ; ce qui exige des frais que des établissemens particuliers ne pourroient supporter.

des cristaux d'azur. J'ai quelquefois rencontré dans l'analyse que j'ai faite du bleu de montagne, un peu de chaux; mais les cristaux d'azur bien choisis, ne m'en ont point fourpi. J'ai trouvé que ces derniers contenoient au 100, favoir,

Cuivre pur	66 à 70
Acide carbonique	18 à 20
Eau, environ	2
Oxigène	8 à 10

Il résulte de cette dernière observation, que l'on ne doit point attribuer la couleur bleue des cristaux d'azur, des cendres bleues & du bleu de montagne à une combinaison particulière de l'oxide de cuivre, de la chaux & de l'acide carbonique, mais plutôt à un certain degré d'oxidation du cuivre. Ainsi, lorsque la chaux fait tourner au bleu le précipité obtenu du nitrate de cuivre par la chaux, c'est en agissant sur lui d'une manière quelconque. Je serois assez disposé à croire que dans cette circonstance la chaux vient désoxigéner l'oxide de cuivre. Cette opinion me paroît d'autant plus vraisemblable, que lorsque j'ai voulu traiter avec l'oxide d'arsenic (le même précipité qui avec la chaux me donnoit une couleur bleue), alors le précipité prenoit une couleur verte. Il seroit

trop long d'entrer dans des détails d'expériences analogues; j'y reviendrai dans un autre moment. J'observerai pour l'instant que lorsque le précipité de cuivre est furoxigéné & uni à l'acide carbonique, alors la chaux n'attaque nullement sa couleur. Ainsi la malachite ne passe pas au bleu en la traitant avec la chaux, &c.

Conclusion.

Je conclurai donc que c'est en traitant avec la chaux le précipité obtenu de la composition du nitrate de cuivre par la chaux, que l'on parvient à faire les cendres bleues. Je conclurai encore que la lumière ne contribue en rien dans leur couleur bleue; & comme après leur dessiccation elles se trouvent saturées d'acide carbonique, je les regarde comme un composé de carbonate de chaux & de carbonate de cuivre, à la différence des cristaux d'azur, qui ne sont que du carbonate de cuivre pur, & à la différence de la malachite que l'on peut considérer comme un carbonate oxigéné de cuivre.



EXTRAIT

D'UNE LETTRE,

Traduit de l'Allemand de M. GREN,

A M. VAN-MONS,

Sur la décomposition réciproque de plusieurs substances au degré de froid de l'eau glacée, &c.

Halle, en Saxe, le 25 février 1792.

M. BERTHOLLET cherche (*Annales de Chimie françoises, tome XI*) à réfuter mon assertion de la non-existence de l'oxigène dans la chaux de mercure rouge, sans m'avoir seulement compris. Il m'oppose des expériences faites avec la chaux de mercure par l'acide nitreux, tandis que je n'ai jamais nié la présence de la base de l'air déphlogistiqué que dans la chaux de ce métal par le feu. Ce dernier seul ne fournit d'air vital dans sa réduction, qu'autant qu'il ait pu attirer l'humidité des corps ou de l'atmosphère (a).

(a) Dans la théorie de M. Gren la combinaison intime de la matière de la chaleur avec l'eau constitue le gaz oxigène.

Eij

Permettez moi de vous demander, mon très-cher ami, si dans les expériences que vous rap- portez contre moi (a), vous vous êtes servi du précipité rouge du commerce, ou d'une chaux de mercure que vous avez préparée vous-même par le feu & sans addition d'acide nitreux.

Je m'occupe en ce moment de recherches sur l'affinité appelée réciproque, que je n'admet- tois pas autrefois, mais dont j'ai aujourd'hui la preuve de l'existence. C'est ainsi, par exemple, que le gyps & le sel marin se décomposent à une température inférieure à zéro, & point à une température supérieure à ce terme : de même le gyps & la magnésie muriatique, le sel marin & la chaux aérée, le gyps & la magné- sie aérée, se décomposent tous au degré de la glace & avec le tems, & point à un degré plus élevé. On fait depuis long-tems que l'alun & le sel marin se décomposent de la même ma- nière. J'avoue que je suis encore loin de con-

(a) J'avois envoyé vers le milieu de l'année der- nière au Journal de Physique françois, le détail de mes expériences sur l'oxide de mercure par le feu, qui avoient eu un succès différent de celles de M. Gren, & j'en avois informé le savant professeur de Halle. M. Delamétherie m'a depuis écrit que mon mémoire, qui renfermoit en- core plusieurs autres faits, avoit été égaré à l'impri- merie.

notre toutes les circonstances qui accompagnent ce phénomène.

Comment expliquez-vous la disparition de l'acide phosphorique par la putréfaction des substances animales & sur-tout de la terre des os ?

E X T R A I T
D E L A R É P O N S E
D E M. V A N - M O N S ,
A M. G R E N .

MA L G R É , mon honorable ami , que M. Berthollet , sans doute par le peu d'occasions qu'on trouve en France de pouvoir consulter par soi-même les ouvrages de votre pays , semble avoir ignoré que vous admettiez la base du gaz oxigène , selon vous , l'eau , dans l'oxide de mercure *par l'acide nitrique* , entre cet oxide & celui *par le feu* , il n'y a point de différence de cas . Je vous répète ce que j'ai déjà eu l'honneur de vous dire , que tous les oxides préparés avec soin & par l'oxidation spontanée , que j'ai eu occasion de réduire avant qu'ils fussent venus en contact avec la moindre humidité , m'ont constamment fourni du gaz oxigène dans la même proportion que des oxides qui pen-

E iij

dant plusieurs mois n'avoient été défendus qu'avec négligence de l'accès de l'humidité & de l'air. De plus dans le tems que je répétois, avant de renoncer à l'hypothèse du phlogistique, les faits capitaux sur lesquels repose la nouvelle doctrine, l'impatience de poursuivre mes expériences m'a plus d'une fois mis dans le cas de désoxider déjà le mercure avant qu'il eût encore eu le tems de se saturer d'oxigène, & sans le retirer seulement du feu; & dans cette opération que j'ai encore faite deux fois depuis que j'ai adressé mon mémoire à M. Delaméthérie, je n'ai également jamais manqué d'en tirer du gaz oxigène. Je vous engage donc à vouloir répéter votre expérience avec cette exactitude & cette attention dont vous scellez tous vos travaux, & j'ose croire que vous ne différerez plus de nous en sentiment. Le liquide que vous avez obtenu pendant la réduction de votre oxide, & dont j'aurois désiré que vous eussiez examiné la nature, prête matière à présumer que de l'hydrogène aura rencontré l'oxigène du métal au moment de son dégagement, & aura formé de l'eau; ce qui aura été la cause de la disparition du gaz oxigène que vous n'avez pas obtenu.

Je ne crois pas que la destruction de l'acide phosphorique par la fermentation des substances

animales , dont il fait partie , dans les cas où elle a lieu , puisse être rapportée à d'autre cause qu'à celle que vous lui assignez dans le §. 1872 de votre *Chimie*. Le carbone de ces substances décompose l'acide phosphorique & l'eau en même-tems que le gaz oxigène de l'atmosphère , pour compléter la putréfaction avec l'oxigène qu'il leur enlève ; l'hydrogène de l'eau rendu libre se porte sur le phosphore également dégagé de sa combinaison avec l'oxigène , & forme du gaz hydrogène phosphoré qui se dissipe dans l'atmosphère , où il n'est pas long-tems à être décomposé à son tour.

Les observations intéressantes sur la décomposition réciproque de plusieurs substances au degré de froid de l'eau glacée , que vous avez la bonté de me communiquer , ouvrent une nouvelle carrière aux recherches des chimistes , & méritent toute leur attention.



 EXTRAIT,

Traduit du Hollandois,

D'UNE LETTRE

DE M. KASTELEYN,

A J. B. VAN-MONS,

*Sur la propriété qu'a l'alcool de dissoudre
une plus grande quantité d'huiles vola-
tiles à chaud qu'à froid, &c.*

Amsterdam, 16 mars 1792.

JE m'empresse de vous communiquer une observation que je crois de quelque importance.

On fait que la dissolubilité des corps est considérablement augmentée par la chaleur; l'attraction de combinaison se fait en raison inverse, de l'attraction d'adhérence. Ce principe est généralement reconnu.

On avoit depuis long-tems observé que l'alcool se chargeoit d'une plus grande quantité de camphre dans une température plus élevée. L'expérience m'a fait voir que la même chose avoit lieu avec les huiles volatiles.

Au mois de février de cette année je fournis à la distillation avec de l'eau-de-vie les écorces

extérieures de 2400 citrons , dans la vue d'en tirer l'esprit. Quand à peine 80 onces étoient passées, qui ne pouvoient être encore que de l'alcool très-pur, je vis monter à la surface de la liqueur, sous forme de grosses gouttes, environ 6 gros d'huile de citron d'une couleur légèrement jaune. Je continuai mon opération, les gouttes d'huile disparurent, & je finis par obtenir 800 onces d'esprit de citron fortement chargé.

Quelques jours après, une légère gelée étant survenue, je vis mon esprit perdre sa transparence, prendre une apparence laiteuse par une augmentation de froid, & lâcher une partie de son huile au dixième degré de Réaumur. Le décroissement de froid fit repasser la liqueur par les mêmes changemens d'état en sens inverse, & le dégel lui rendit sa première transparence. Le froid de mars me donna occasion de voir une seconde fois le même phénomène.

Ce fait confirme la grande influence de la température sur la dissolubilité des corps. Ce qui arrive ici à l'esprit de citron arrive à toutes les teintures spiritueuses qui, quelque claires qu'elles soient au moment de leur préparation, se troublent toujours pendant l'hiver, & déposent une partie des substances qu'elles tiennent en dissolution. L'esprit se charge, à l'aide de la chaleur, d'une portion surabondante de matière

dissoluble qu'il est ensuite obligé de lâcher par le décroissement de la température. Les dépôts que forment quelques-unes de ces préparations pendant l'été, ne tiennent pas à d'autre cause (a). Les teintures laissent précipiter l'excès des substances qu'elles ont prises en dissolution à la faveur de la chaleur qu'on leur a appliquée pendant la digestion (b).

Le procédé dépurant de M. Kels consiste à mêler de la poudre de charbon de bois avec la substance qu'on veut purifier. Au bout de quelques minutes les odeurs & les goûts désagréables, ainsi que les couleurs disparaissent, & il ne reste plus qu'à filtrer le mélange pour l'obtenir pur. J'ai eu occasion de parler à M. Kels en personne; il m'a déclaré qu'il ne prenoit aucune part aux conséquences que M. Vestrumb avoit tirées de sa découverte contre la nouvelle théorie.

M. Van-Genns, médecin de cette ville, a

(a) Ces dépôts reconnoissent aussi pour cause, outre l'évaporation, la décomposition du dissolvant & la propriété d'une moins grande dissolubilité qu'acquièrent les matières dissoutes par leur mélange avec un des principes du corps décomposé. (Note de J. B. Van-Mons.)

(b) La préparation à froid d'un grand nombre de teintures à l'usage de la médecine, qui a d'ailleurs tant d'avantages sur celle à chaud, devient encore plus recommandable par cette observation. (Note du même.)

publié qu'il est parvenu, par la distillation sur la poudre de charbon, à délivrer l'eau-de-vie de grain de l'odeur fétide qu'elle avoit contractée en séjournant sur des préparations anatomiques, & par une infusion de deux à trois jours sur la même poudre, à ôter au vinaigre distillé son odeur & son goût empyreumatiques (a).

Enfin, mon ami, je reconnois la supériorité de la doctrine chimique françoise sur le système allemand. Le peu de suppositions qu'on déduit encore dans cette doctrine, des conséquences d'analogie, ne peuvent tarder à être placées au rang des *vérités* par l'expérience & l'observation. C'est avec d'autant plus de plaisir que je sens que la conviction me permet de vous faire cet aveu, que je n'ai jamais admis le *phlogistique* dans le sens que Stahl y avoit attaché. Tous mes ouvrages de chimie ont été écrits dans ce doute sur le principe des anciens, comme M. Delamétherie n'a pas manqué de le remarquer, lorsqu'il a eu la bonté d'annoncer ma *Chimie théorique & pratique* dans son Journal de Physique (b). Je donnerai, conjointement

(a) M. Kasteleyn ni moi n'avons pas obtenu le même succès du procédé de M. Kels. (*Note du même.*)

(b) Le rédacteur du journal hollandois qui a pour titre *Bibliothèque nationale*, n'a pas si bien compris l'ou-

avec le quatrième volume de ma *Chimie*, un supplément à cet ouvrage, dans lequel je présenterai la doctrine de M. Lavoisier en même-temps que je réfuterai les principes théoriques que j'y ai posés.

OBSERVATIONS

Sur l'usage des Prussiates d'alcali & de chaux en teinture ;

Par C. L. BERTHOLLET.

LA beauté & la solidité de la couleur du bleu de Prusse ou prussiate de fer, ont fait chercher depuis long-tems les moyens d'en porter l'application dans l'art des teintures.

vrage de M. Kasteleyn écrit en langue batave, puisqu'il a avancé que l'auteur avoit embrassé constamment le système de Stahl dans tous ses écrits.

Je viens de voir M. Kasteleyn à Amsterdam; il m'a dit qu'il travailloit en ce moment à une traduction hollandoise de la *nouvelle Nomenclature chimique pour la langue allemande de M. Girtanner*, & qu'il se proposoit de transporter également en sa langue les *Principes de la Chimie antiphlogistique* du même auteur, aussi-tôt que cet ouvrage verroit le jour. (*Note du même.*)

Menon avoit proposé de teindre d'abord le lin & le coton en noir, de les laisser ensuite tremper quelque tems dans une dissolution de prussiate d'alcali, & de les faire bouillir après cela dans une dissolution d'alun : ils prennent, selon lui, un bleu foncé. Si l'on veut avoir un bleu plus clair, il faut passer le lin & le coton dans un acide affoibli.

Je me contenterai d'observer sur ce procédé, que si on le répète avec un prussiate d'alcali qui ne tienne pas de l'alcali en excès, l'on voit que le prussiate n'a par lui-même aucune action sur le noir du fil de coton.

Le célèbre Macquer commença ses travaux importans sur le bleu de Prusse par des expériences de teintures, & il proposa deux méthodes : la première consiste à tremper l'étoffe dans une dissolution d'alun & de sulfate de fer, ensuite dans une dissolution de prussiate d'alcali, & enfin dans une dissolution très-étendue d'acide sulfurique, ou à commencer par l'immersion dans le prussiate d'alcali, ensuite dans la dissolution d'alun & de sulfate de fer. Dans la seconde méthode on fait bouillir l'étoffe dans une dissolution d'alun & de tartre, on la passe ensuite pendant quelque tems dans une eau dans laquelle on a délayé du bleu de Prusse réduit en poudre subtile.

Ceux qui ont éprouvé ces procédés, n'ont pu obtenir qu'une couleur foible & sur-tout très-inégale, quoique belle, & il paroît qu'on y a renoncé.

Une autre méthode s'est établie dans quelques ateliers pour le velours de coton; elle a été décrite par M. Roland dans l'Art du Fabricant de velours de coton. Cette méthode a beaucoup de rapport avec le second procédé de Macquer; mais, au lieu de mêler le bleu de Prusse à l'eau simple, on le délaie dans l'acide muriatique qui, sans doute, le tient mieux en suspension, quoiqu'il ne le dissolve pas. Ce n'est qu'avec beaucoup de soin que l'on parvient à donner une teinte égale par ce procédé, par lequel on obtient une belle couleur qui est très-solide à l'air, mais que le frottement détache facilement.

M. Blagden a fait une application heureuse de la propriété que possède le prussiate d'alcali de former du bleu de Prusse avec les dissolutions de fer; il s'en est servi pour rétablir les écritures effacées par la vétusté. Il humecte ces écritures de prussiate d'alcali, & il les touche légèrement avec un acide affoibli; aussitôt les lettres effacées prennent une couleur bleue foncée.

Ce procédé est à-peu-près le même que le

premier de Macquer , & cependant il ne réussit pas en teinture. Le succès ne dépend que d'une très-petite circonstance qui conduit à plusieurs résultats.

En réfléchissant sur les procédés employés jusqu'à présent , je remarquai que ce qui les empêchoit de réussir , c'étoit que les parties colorantes ne se fixoient pas par une combinaison chimique avec l'étoffe , & qu'elles ne contractoient, au moins la plupart , qu'une adhérence mécanique, de manière qu'elles se distribuoient inégalement selon différentes circonstances , & qu'un léger frottement ou le lavage dans l'eau pouvoit les détacher, en augmentant l'inégalité de la couleur : je pensai qu'il faudroit commencer par combiner d'une manière très-égale l'oxide de fer avec l'étoffe , & ensuite tremper cette combinaison dans une dissolution de prussiate d'alcali mêlée avec un acide.

Les acides ne peuvent décomposer le prussiate d'alcali, à moins que le mélange ne soit exposé à la lumière du soleil , ou qu'il n'éprouve une chaleur considérable.

Mais en mêlant un acide puissant , tel que l'acide sulfurique ou l'acide muriatique avec la dissolution de prussiate de potasse , l'acide prussique pouvoit être déterminé à se combiner avec

l'oxide de fer qui se trouvoit uni à l'étoffe, & former du bleu; & si dans cette nouvelle combinaison il se trouvoit du jaune, elle devoit prendre une couleur verte, ou former d'autres nuances avec la combinaison d'autres couleurs. Telle étoit la théorie que je m'étois formée, & que l'expérience a confirmée : je n'y reviendrai plus, & je vais décrire les faits auxquels elle m'a conduit.

Les toiles de coton teintes après l'impression, ou disposées à être teintes, me parurent propres à éclairer cette théorie. Je priai donc M. Vidmer de faire des expériences à Jony, où il avoit toutes les commodités nécessaires : je passai moi-même à Jony quelque tems après.

Ce qui avoit sur-tout fixé l'attention de M. Vidmer, c'étoit le verd que prenoient les échantillons olives teints par le moyen de la dissolution de fer & de la gaude. Ce verd surpassoit en beauté tous ceux que l'on peut obtenir sur le coton par les moyens connus.

Nous éprouvâmes si les toiles impregnées du mordant de fer, dont on se sert pour l'impression des toiles, avec tout le soin que l'on peut prendre pour rendre la dissolution du mordant égale, pouvoient être teintes en bleu; nous obtînmes par-là de beaux bleus, mais avec une telle inégalité, que nous fûmes convaincus que

ce

ce moyen ne pouvoit être employé, & la liqueur se chargeoit de beaucoup de bleu de Prusse qui se précipitoit.

Ces inégalités proviennent de ce qu'une partie de fer produisant à peu-près six parties de bleu de Prusse, les plus petites différences dans la distribution du fer deviennent très-sensibles.

Nous essayâmes si en passant à la bouse de vache les échantillons qui avoient été imprimés avec le mordant de fer, on ne les dépouillerait pas des parties du mordant qui se trouvoient, pour ainsi dire, surajoutées, & si on ne parviendroit pas par-là à l'égalité de couleur qu'il falloit chercher; mais ce moyen fut insuffisant: nous conclûmes de-là qu'on ne parviendroit à une couleur égale, qu'en commençant par teindre l'étoffe en gris ou en brun, parce que les parties assingentes du bain de teinture devoient dissoudre les molécules de fer qui n'étoient pas intimément combinées avec l'étoffe.

Dans le cours de ces épreuves nous remarquâmes que les parties noires des toiles prenoient un noir plus foncé.

Ces observations faites avec M. Vidmer me guidèrent dans les expériences que je suivis ensuite.

Je m'assurai d'abord que le prussiate de chaux réussissoit aussi-bien que celui d'alcali. Cette pré-

paration que M. Fourcroy a décrite en 1781, est aisée, & elle a l'avantage d'exiger moins de précautions pour les proportions, que le prussiate d'alcali; mais celui-ci auroit l'avantage d'être à meilleur marché, parce qu'après avoir calciné l'alcali avec des substances animales, on n'auroit plus besoin que de saturer, par le moyen du bleu de Prusse, la partie de l'alcali qui seroit restée non combinée.

Le procédé que j'ai suivi consiste à étendre de trois ou quatre parties d'eau le prussiate de chaux, ou à étendre de beaucoup d'eau une petite quantité de prussiate d'alcali, à y mêler très-peu d'acide sulfurique, à tenir la liqueur à une chaleur de 20 à 30 degrés, & à y plonger l'étoffe, pendant quelques minutes, en suivant les manipulations ordinaires de la teinture, pour qu'elle s'imprègne également de liqueur. Il est bon de commencer par la tremper avec soin dans l'eau chaude, & au sortir de la liqueur on la passe dans l'eau froide. L'acide sulfurique a mieux réussi que l'acide muriatique (a).

(a) Dans un ouvrage publié récemment à Vienne, M. Wenterel prescrit de passer l'étoffe qu'on veut teindre en bleu, dans une dissolution de sulfate de fer, de la sécher, de la passer dans l'eau, de la sécher encore, puis de la passer dans une dissolution de prussiate

Les étoffes de coton ou de soie qui avoient une couleur grise ou brune produite seulement par un astringent & le fer, ont pris une couleur bleue proportionnée à la couleur précédente. Celles qui avoient été teintes en olive par le moyen d'une substance jaune & du fer, ont acquis une belle couleur verte aussi proportionnée à la couleur primitive.

Le bleu a, dans les nuances claires & surtout sur la soie, une tendance au vert; ce qui dépend de l'astringent qui se trouve combiné avec le prussiate de fer. J'ai fait peu d'épreuves sur les étoffes de laine.

Par les moyens qui sont employés en teinture, l'on ne peut obtenir un beau noir sur le coton, sans avoir donné un peu de bleu: celui que l'on fait est plutôt un brun foncé qu'un véritable noir, & cette nuance s'altère promptement & devient rougeâtre. J'ai éprouvé que

d'alcali, à laquelle on a donné, par l'acide muriatique, l'acidité du suc de citron. Pour teindre en verd, il prescrit de commencer par teindre en jaune, si la substance jaune est dissoluble par les alcalis; mais si elle est dissoluble par les acides, il veut qu'on commence par teindre en bleu par le procédé précédent, puis en jaune. *Die kunst blut lauge und mehrere zur blau farbe dienliche materialien im grossen zu bereiten, &c. Von Joseph Joseph Wenterel; Vien, 1790.*

F ij

par le mélange de prussiate de chaux & d'acide, une étoffe noire ordinaire prenoit un beau noir, & qu'une étoffe semblable, dont le noir imparfait étoit déjà fort altéré, reprenoit une belle couleur noire. Les étoffes de soie noire dont la couleur étoit passée, & qui étoient devenues rougeâtres (parce que, selon la théorie que j'ai exposée dans mes Elémens de l'Art de la Teinture, l'astringent s'est décomposé par une espèce de combustion), ont repris dans l'instant un noir probablement plus beau que celui qu'elles avoient eu primitivement. Il ne faut qu'une petite quantité de prussiate & d'acide pour produire cet effet.

Dans cette opération l'oxide de fer qui est surabondant à la combinaison de l'astringent, & qui donne une teinte rougeâtre à l'étoffe, forme une légère couche de bleu qui concourt probablement à la beauté du noir comme le bleu qui, sert de pied au beau noir des étoffes de laine.

Ainsi, par le moyen que je viens de décrire, l'on peut non-seulement obtenir de beaux bleus & sur tout de beaux verts, mais l'on peut modifier de diverses manières les couleurs que l'on a d'abord données aux étoffes, pourvu qu'il y ait eu du fer employé dans leur teinture.

L'on peut redonner aux étoffes dont les couleurs sont fanées, & qui sont mises au rebut,

d'autres couleurs vives & solides, & leur rendre la fraîcheur des étoffes neuves : il suffit qu'elles aient conservé le fer qui a concouru à la teinture qu'elles avoient reçue.

Les noirs qui ne présentent plus qu'une teinte brune & rougeâtre, reprennent leur première beauté.

Les cotons & fils peuvent prendre un noir égal à celui de la soie & de la laine.

Il faut éviter d'employer trop d'acide, surtout pour la soie qui en perdrait sa douceur; il ne faut même l'ajouter que par parties, pour qu'il puisse se combiner successivement avec l'alcali, & qu'il n'y en ait jamais qu'une très-petite quantité de libre dans la liqueur. L'opération ne doit durer que quelques minutes : si on la prolongeoit trop, ou si l'on se servoit d'une liqueur trop forte ou trop échauffée pour les étoffes noires de coton, on les changeroit en bleu : mais je n'insiste pas sur les précautions qu'un peu d'expérience rendra familières.

Un inconvénient pour les couleurs que l'on donne au coton, c'est que, quoiqu'elles soient très-solides à l'air, elles ne résistent point à l'action des alcalis & du savon, parce que les alcalis reprennent la plus grande partie de l'acide prussique : il faut donc se contenter de laver ces étoffes à l'eau de son; méthode d'ailleurs

par laquelle on ménageroit toutes les couleurs que l'on donne au coton.

Ce que je viens d'exposer n'est qu'une application simple & facile des connoissances les plus familières aux chimistes. Toutefois je m'en applaudirai, si mes expériences peuvent être utiles à l'industrie, & si elles peuvent concourir à resserrer les liens qui doivent unir les sciences & les arts.

E X P É R I E N C E S

Sur la dissolubilité du Sel marin dans les dissolutions de différens sels neutres, & sur les phénomènes qui en résultent ;

Par M. VAUQUELIN.

§. I.

Réflexions générales sur le peu de connoissances exactes des propriétés des sels neutres.

C'EST sont les travaux que l'académie a été chargée de faire en 1790 sur les salpêtres, qui m'ont conduit aux recherches & aux résultats que je présente aujourd'hui à l'académie.

Quoique les substances salines aient depuis long-tems attiré l'attention des hommes, & que par conséquent cette classe de matières soit mieux connue qu'aucune autre, à cause des propriétés utiles qu'elle a offertes à la société, cependant en réfléchissant on s'apperçoit bientôt qu'il reste beaucoup de choses à savoir sur cet objet. Un grand nombre de sels ne sont encore connus que de nom, parce que la disette des principes qui entrent dans leur composition, a empêché de les préparer. D'autres ne sont encore connus que dans quelques-unes de leurs propriétés seulement, parce qu'ils ont paru ne pas mériter d'être examinés en détail, soit à cause de leur petite quantité dans la nature, soit parce qu'ils ne servent à rien, ou plutôt parce que les hommes n'ont pas encore su en faire des applications utiles. Enfin il est plusieurs sels qui semblent être complètement connus, & sur lesquels il paroît au premier coup-d'œil n'y avoir plus rien à trouver : mais il est aisé de prouver que le sel le mieux connu, le plus abondant, & dont les hommes par conséquent ont eu de plus fréquentes occasions d'examiner les propriétés, n'est pas parfaitement connu dans toutes les combinaisons qu'il peut offrir.

On est loin de connoître, par exemple, tous les phénomènes de la dissolution des sels dans

F iv

l'eau, nous ne dirons pas à tous les degrés de l'échelle de Réaumur, mais même à celui où on a commencé à déterminer cette dissolubilité, c'est-à-dire, à 10 + 0.

La quantité du calorique absorbée ou dégagée pendant la dissolution des sels dans l'eau, est presque entièrement inconnue, même dans la généralité.

Si tous ces choses simples en elles-mêmes sont encore en partie ignorées des chimistes, celles qui sont relatives à la dissolution ou à la fusion d'un sel dans les dissolutions d'autres sels, doivent être encore beaucoup moins avancées.

Cependant on trouve à cet égard quelques expériences de Lémery le fils dans les Mémoires de l'Académie des sciences, qui démontrent qu'une dissolution saturée de sel de nitre peut encore dissoudre du sel marin, & ensuite redissoudre du nitre; ce qu'elle n'auroit pu faire auparavant. Il a tiré de ses expériences la conclusion générale, que toute dissolution de sel qui a dissous du sel marin peut encore dissoudre une portion du sel dont elle étoit auparavant saturée. Nous ferons connoître que cette loi n'est pas générale, & que beaucoup de dissolutions salines laissent au contraire précipiter de leur sel, après avoir dissous du sel marin.

Les chimistes ont annoncé que toutes les fois qu'un sel se dissout dans l'eau, il y a du calorique absorbé. En prenant cet exposé à la rigueur, il est presque entièrement faux; car ces substances pures, c'est-à-dire, privées de leur eau de cristallisation, dégagent du calorique, au lieu d'en absorber : il est donc nécessaire de spécifier l'état des sels lorsqu'on les dissout, car sans cela il est impossible que les savans puissent s'entendre dans leurs recherches, & faire avancer la science d'un commun accord.

§. I I.

Exposé des phénomènes qui ont lieu pendant la dissolution du muriate de soude dans les dissolutions des sulfates alcalins & terreux.

Expérience I. (température $6\frac{3}{4} + 0$.)

On a mis dans 4 onces d'eau distillée 1 once de muriate de soude en poudre; la température est descendue à $5 + 0$; ce qui fait $1\frac{1}{4}$ d'abaissement. Il est resté 34 grains de sel marin qui n'a pas été dissous (a).

(a) Le muriate de soude dont on s'est servi dans toutes les expériences suivantes, étoit dans le même état de division.

Expérience II. (même température.)

Une once de muriate de soude a été mêlée à 4 onces de dissolution de sulfate de chaux saturée & donnant un degré à l'aréomètre de M. Baumé pour les sels. Le thermomètre est descendu à $5 + 0$, comme dans l'expérience I. Il nous a paru cependant y avoir quelques fractions de moins que dans cette expérience.

Expérience III. (même température.)

On a mêlé 1 once de muriate de soude avec 4 onces de dissolution de sulfate de soude saturée ; la température s'est élevée à 9 degrés. Aussi-tôt il s'est déposé une grande quantité de cristaux de sulfate de soude, dans lequel il restoit un peu de sel marin non dissous. Ce sel précipité pesoit 2 gros 42 grains : la densité de la dissolution du sulfate de soude, dont on s'est servi dans cette expérience, s'est beaucoup élevée par la dissolution du sel marin.

Expérience IV. (température $7 + 0$.)

Une once de sel marin avec 4 onces de dissolution saturée de sulfate de potasse, a produit dans l'instant un demi-degré d'abaissement dans la température du mélange ; mais bientôt elle s'est relevée à $7 \frac{1}{2}$, & il s'est alors précipité quel-

ques cristaux de sulfate de potasse, dont le poids étoit de 44 grains : il restoit un peu de sel marin non dissous.

Expérience V. (même température.)

Une once de muriate de soude avec 4 onces de dissolution saturée de sulfate d'ammoniaque, pesant 28 degrés à l'aréomètre de M. Baumé, ont fait monter la température à 15 degrés, & alors il s'est déposé de la dissolution une grande quantité de sulfate d'ammoniaque : il y en avoit 1 once 3 gros, après avoir été égoutté sur du papier & séché; ensuite il y a une décomposition : il se forme & il se précipite dans cette circonstance un sel triple que nous examinerons dans un autre tems.

Expérience VI. (même température.)

Une once de muriate de soude mêlée avec quatre onces de dissolution saturée de sulfate acide d'alumine, donnant 7 degrés à l'aréomètre de M. Baumé, a fait descendre la température à $5\frac{7}{8} + 0$. Il ne s'est point déposé de sulfate d'alumine, & il n'est resté que 20 grains de sel marin.

Expérience VII. (même température.)

On a mêlé une once de sel marin avec 4

onces de dissolution saturée de sulfate de magnésie ; la température s'est élevée de 3 degrés, il s'est dissous 7 gros 32 grains de sel marin, & il s'est précipité 5 gros 36 grains de sulfate de magnésie.

§. III.

Exposé des phénomènes qui ont lieu pendant la dissolution du sel marin dans les dissolutions des nitrates alcalins & terreux.

Expérience I. (température $8 \frac{1}{2} + 0$.)

On a mêlé une once de muriate de soude avec 4 onces de dissolution saturée de nitre donnant 15 degrés à l'aréomètre de M. Baumé ; la température du mélange n'a point changé, la dissolution n'a point déposé de nitrate de potasse, quoiqu'il se soit dissous 7 gros $\frac{1}{2}$ de muriaté de soude.

Expérience II. (température *idem.*)

Une once de muriate de soude avec 4 onces de dissolution de nitrate de soude donnant 14 degrés, ont fait élever le mercure dans le thermomètre à $13 + 0$, & il s'est déposé 1 once 1 gros de nitrate de soude : la dissolution pe-
soit alors à l'aréomètre 29 degrés.

Expérience III. (température $7\frac{1}{2} + 0.$)

On a mis dans 4 onces de dissolution de nitrate de baryte saturée, 1 once de sel marin, la température est descendue à $6 + 0$; il ne s'est point précipité de sel de baryte, & il est resté 43 grains de muriate de soude qui ne se font pas dissous. Comme il n'y a pas eu de muriate de baryte séparé par le muriate de soude, la liqueur du mélange a beaucoup augmenté de pesanteur spécifique dans cette expérience, en dissolvant du sel marin.

Expérience IV. (température $8 + 0.$)

Une once de sel marin a été mise avec 4 onces de dissolution de nitrate de chaux; dans cette expérience la température n'a pas changé; il n'y a point eu de précipitation ni de dissolution, les matières sont restées en équilibre.

Expérience V. (température $9 + 0.$)

On a mêlé 1 once de sel marin avec quatre onces de dissolution saturée de nitrate de magnésie qui donnoit 34 degrés à l'aréomètre; il s'est produit environ un degré $\frac{1}{4}$ de chaleur, & il s'est déposé quelques portions de nitrate de magnésie: cela est remarquable, car le nitrate de magnésie est beaucoup plus dissoluble que le sel marin.

S. V I.

Énoncé des phénomènes qui ont lieu pendant la combinaison du muriate de soude avec les dissolutions des autres muriates.

Expérience I. (température à $13 + 0$.)

On a mis 1 once de sel marin en poudre dans une dissolution de muriate de potasse saturée; le thermomètre est monté en un instant à $18 + 0$, & il s'est précipité beaucoup de muriate de potasse: la totalité du muriate de soude ne s'est pas combinée à la dissolution.

Expérience II. (même température.)

On a mêlé 1 once de muriate de soude avec 4 onces de dissolution de muriate d'ammoniaque; la température s'est aussi-tôt élevée à $17 + 0$, & tout le muriate d'ammoniaque s'est précipité; le sel marin s'est dissous, le développement du calorique dans ces deux expériences étoit bien sensible à la main de l'observateur. Le thermomètre n'a servi qu'à établir plus exactement le rapport qu'il y a entre la quantité de calorique nécessaire à la dissolution du muriate de potasse, du muriate d'ammoniaque, & du muriate de soude.

Expérience III. (même température)

On a mêlé 1 once de muriate de soude avec 4 onces de dissolution de muriate de baryte saturée ; la température s'est élevée sur-le-champ à $16 + 0$; la liqueur est devenue laiteuse par la précipitation du muriate de baryte en cristaux extrêmement fins : la plus grande partie du sel marin s'est dissoute.

Expérience IV. (même température.)

Une once de sel marin ordinaire a été mêlée à 4 onces de dissolution de muriate de chaux saturée ; la température n'a pas sensiblement changé pendant le mélange , & le muriate de soude ne s'est point dissous.

§. V.

Comparaison & résultat des faits que nous avons exposés dans les paragraphes précédens.

Ces expériences sur la dissolubilité du muriate de soude dans les dissolutions des différens sulfates, nous offrent des phénomènes très-intéressans & qui semblent en quelque sorte opposés à ceux qu'indique le raisonnement appuyé sur quelques faits anciens. En effet n'étoit-il pas raisonnable de penser que de l'eau pure

ou peu chargée de matière étrangère seroit plus capable de dissoudre une certaine quantité de sel, que celle qui est déjà saturée d'un autre sel. Cependant on a vu qu'il n'en est pas toujours ainsi, & que souvent au contraire l'eau chargée d'une certaine quantité de sel dissout plus d'un autre sel que l'eau pure. Telles sont celles de sulfate de chaux, de sulfate acide d'alumine, de sulfate de potasse, &c. Aussi la liqueur qui résulte de la combinaison triple de ces sels, est-elle d'une densité infiniment plus grande que la dissolution du sel marin dans l'eau pure. On auroit naturellement pensé, d'après l'idée des chimistes sur l'attraction de l'eau pour les sels, que non-seulement l'eau pure dissoudroit plus de sel que celle qui tient déjà en dissolution quelque matière saline, & que dans une dissolution saturée d'un sel il n'auroit pu s'y dissoudre un autre sel, sans que le premier ne se fût séparé en tout ou en partie.

Ce phénomène a eu lieu, à la vérité, dans quelques-unes de nos expériences; mais ce qu'il y a de remarquable, c'est que jamais il n'arrive sans qu'il se dégage du calorique, soit que la quantité de sel qui se précipite soit plus grande, soit qu'elle soit plus petite que celle du sel marin.

Dans la dissolution de sulfate de soude, où
il

il s'est dissous 7 gros de sel marin, & d'où il ne s'est séparé que 2 gros de sulfate de soude, la température s'est élevée de 2 degrés $\frac{1}{2}$ + 0. Cela fait voir que le sel marin demande beaucoup moins de calorique pour devenir liquide & se combiner avec l'eau, que le sulfate de soude, &c.

Ces expériences font connoître aussi que le sel marin à une température de 10 degrés est plus dissoluble que la plupart des sels neutres alcalins & terreux; il n'en est pas de même à une température plus élevée, beaucoup de ces sels le précipitent de ses dissolutions bouillantes. En effet, si à la température de 9 à 10 degrés du thermomètre de Réaumur, le sel marin a la propriété de précipiter quelques sulfates de leurs dissolutions, ainsi que plusieurs autres sels d'un genre différent, comme nous l'avons fait connoître, il est séparé à son tour de son dissolvant à une température plus haute.

Cette loi est générale pour tous les sels qui sont beaucoup plus dissolubles à chaud qu'à froid; c'est pourquoi dans les raffineries de salpêtre le sel marin est séparé de l'eau pendant l'ébullition, tandis que le nitrate de potasse y reste toujours en dissolution; mais si lorsque l'on retire la dissolution pour la faire cristalliser, on y met du sel marin, il s'y dissoudra à mesure que le premier cristallisera. Cet effet

est infiniment mieux marqué avec le sulfate de soude relativement au sel marin : car si on jette dans une dissolution bouillante de ce dernier sel, du sulfate de soude, jusqu'à ce qu'il cesse de se dissoudre, le sel marin s'en séparera presque entièrement : à froid le contraire arrive, comme nous l'avons dit plus haut.

Nous avons fait connoître, M. Fourcroy & moi, dans un Mémoire sur l'incertitude de la méthode employée pour essayer les salpêtres bruts, que les sels qui demandent beaucoup d'eau pour cristalliser, dégagent du calorique en se dissolvant dans l'eau, lorsqu'ils sont entièrement dépouillés de leur eau de cristallisation, tandis qu'ils en absorbent quand ils sont cristallisés & combinés déjà à une certaine quantité d'eau à l'état solide. Cela prouve que la quantité de calorique, qui se dégage de l'eau qui devient solide avec les sels, est plus grande que celle qu'ils absorbent ensuite pour se combiner avec l'eau, & devenir liquides. Tous les sels privés d'eau ne produisent cependant pas de calorique en se dissolvant dans l'eau. Le muriate d'ammoniaque & le muriate de soude produisent au contraire du froid en se combinant avec ce liquide, mais beaucoup moins que quand ils sont cristallisés : cela tient à ce que ces sels ne demandent que très-peu d'eau pour cristalliser.

Il résulte de toutes les expériences que nous avons exposées dans les paragraphes II, III & IV, 1°. que la plupart des dissolutions salines de différens sulfates, nitrates & muriates alcalins & terreux sont décomposés par le muriate de soude; 2°. qu'il y a constamment dans ce cas une certaine quantité de chaleur dégagée; 3°. que la quantité de calorique dégagé est en raison du sel précipité de la dissolution; 4°. que quelques-unes de ces dissolutions ont déposé plus de leur sel qu'elles n'ont dissous de muriate de soude; cela s'élève quelquefois jusqu'à la moitié en sus, souvent aussi c'est le contraire; 5°. que le sel marin peut aussi quelquefois se dissoudre dans certaines dissolutions de sels saturées sans en précipiter de sel, soit en dégageant du calorique, soit en en absorbant ou même en ne produisant ni l'un ni l'autre de ces phénomènes; 6°. que des masses semblables de sels différens demandent des quantités de calorique différentes pour se dissoudre dans l'eau; 7°. que les sels n'ont pas la même affinité pour l'eau, sur-tout à la température à laquelle nous avons opéré; 8°. qu'aucune des dissolutions salines n'est entièrement décomposée par le muriate de soude, quelle que soit la quantité qu'on y ajoute; il reste constamment en dissolution une petite portion du premier sel, quoique la portion précipitée con-

G ij

tienne un peu de muriate de soude ; 9°. enfin que des dissolutions salines deviennent spécifiquement plus pesantes après avoir dissous le sel marin , d'autres plus légères , suivant qu'elles ont laissé déposer plus ou moins du premier sel.

Nous terminerons ce mémoire par une réflexion générale & très-intéressante ; c'est que beaucoup de dissolutions salines déjà très-saturées ont la propriété de dissoudre plus de sel marin que l'eau distillée pure , sans qu'il se précipite du premier , & sans qu'il se dégage de calorique. Cela prouve qu'il faut moins de calorique étranger pour dissoudre ce sel ; que la dissolution est par conséquent plus pesante que dans le cas où elle auroit été faite avec de l'eau distillée , & qu'il y a entre ces différens sels une attraction , une tendance à la combinaison qui favorise la dissolution d'une plus grande quantité de muriate de soude que dans l'eau distillée pure.

De ces expériences sur le passage des sels de l'état liquide à l'état solide , jointes à quelques autres expériences sur le passage de ces mêmes sels de l'état solide à l'état liquide , j'espère obtenir bientôt un résultat satisfaisant sur la quantité de calorique que chaque sel en particulier absorbe ou dégage pendant ces divers changemens d'état.

QUATRIÈME MÉMOIRE
SUR LE PHOSPHORE,

Faisant suite aux Expériences sur la combinaison du Phosphore avec les substances métalliques ;

Par M. PELLETIER (a).

LORSQUE j'ai publié la première partie de mon travail sur la combinaison du phosphore avec les métaux, j'annonçai que je m'occupois des moyens de le combiner au plomb & à l'étain dans des proportions plus grandes que je n'avois pu le faire ; j'y suis enfin parvenu, mais cela n'a été qu'après une longue suite d'expériences, & après m'être exercé & enhardi à manier le phosphore.

Ces combinaisons nouvelles en chimie qui ont paru long-tems impraticables, sur-tout d'après les tentatives infructueuses du célèbre *Margraff*, seront on ne peut plus faciles à faire, en suivant les procédés que je vais indiquer.

Celui que j'ai déjà rendu public consistoit à fondre dans un creuset un mélange de parties

(a) Extrait d'un Mémoire lu à l'Académie des sciences.

égales d'acide phosphorique vitreux, d'un métal quelconque extrêmement divisé, & d'un seizième de poudre de charbon. Par ce procédé l'on obtient des *phosphures métalliques* avec tous les métaux qui peuvent s'unir au phosphore. J'ai déjà donné la théorie de l'opération, qui est fondée sur l'affinité de l'oxigène plus forte avec le charbon qu'avec le phosphore, de manière qu'en traitant du charbon avec de l'acide phosphorique vitreux, le charbon s'empare de l'oxigène de cet acide, & forme une nouvelle combinaison qui est désignée sous le nom d'acide carbonique, lequel se sépare à l'état de gaz; reste enfin la base de l'acide phosphorique, c'est-à-dire, le phosphore qui trouvant un métal, s'y unit & lui reste fixé, à moins que l'on n'applique un degré de chaleur qui vienne à rompre la nouvelle combinaison.

J'ai eu occasion de m'appercevoir dans la suite de mes expériences, que les métaux qui s'oxident facilement, jouissent, comme le charbon, de la propriété d'enlever l'oxigène à l'acide phosphorique. Cette observation m'a fourni un nouveau moyen de faire des *phosphures*, en traitant ces métaux avec le verre phosphorique par la fusion, sans aucune addition: aussi ce procédé ne peut nullement être appliqué à l'or, & à l'argent, & au platine.

J'ai annoncé dans un de mes Mémoires, que pour unir directement le phosphore aux métaux, il falloit que le métal fût fondu ou dans un état d'incandescence, dans le moment où on lui joindroit le phosphore. Je m'appuyois en cela du travail de *Margraff* qui avoit traité, sans aucun succès, tous les métaux avec le phosphore. J'ajoutois alors que le danger qu'il y auroit à porter du phosphore sur un métal en fusion, m'avoit fait chercher les moyens où je pourrois les faire rencontrer tous deux en fusion, sans que j'eusse à craindre le moindre danger. J'ai eu dans mes essais les succès les plus satisfaisans, comme on a pu le voir par le travail que j'ai publié à ce sujet. J'ai cru devoir aujourd'hui le compléter en donnant quelques exemples de *phosphures métalliques*, faits en unissant directement le phosphore à des métaux tenus en fusion. Je vais rendre compte de ces expériences, ainsi que de plusieurs autres que j'ai mises en pratique pour faire des *phosphures*; elles serviront de suite à celles que j'ai publiées. Je n'ai pas besoin de recommander la plus grande attention en répétant ces procédés; l'on juge bien qu'il faut y apporter beaucoup de prudence; & si l'on suit exactement ceux que je vais décrire, l'on n'aura pas de danger à craindre.

Addition au procédé pour la préparation du phosphore d'or (a).

J'ai mis dans un creuset 100 grains d'or à 24 karats, réduits en limaille; j'ai échauffé le creuset, & lorsque l'or m'a paru bien rouge, j'y ai projeté du phosphore bien essuyé & par petits morceaux (b); j'ai continué à échauffer le creuset & à y projeter des petits morceaux de phosphore; l'or étant entré en fusion, j'ai encore continué à y projeter quelques petits morceaux de phosphore, & j'ai aussi-tôt retiré le creuset du feu. L'or avoit conservé sa couleur jaune, mais il se brisoit sous le marteau, & il paroissoit greuvé dans sa cassure; il avoit augmenté en poids, il pesoit 104 grains. Cette augmentation est due au phosphore qui reste uni à l'or.

(a) Voyez mon second Mémoire sur le phosphore, *Annales de Chimie, tome I, page 98*, extrait par M. Berthollet.

(b) Pour n'avoir rien à craindre dans cette manipulation, je coupe le phosphore par petits morceaux du poids de 4 à 6 grains; je les tiens dans une capsule avec de l'eau, & à mesure que je veux les projeter dans le creuset, je les retire de l'eau, je les sèche avec du papier gris, & je les prends avec des pinces longues pour les porter dans le creuset, où je tiens le métal fondu ou bien chauffé au rouge.

On peut séparer le phosphore contenu dans le *phosphure d'or*; en le tenant quelque tems en fusion.

Addition au procédé du phosphure de platine.

J'ai fait rougir dans un petit creuset de Hesse 300 grains de platine en grains, & alors j'y ai projeté quelques petits morceaux de phosphore; le platine est entré aussi-tôt en fusion. Ayant retiré le creuset du feu, j'y ai trouvé une substance métallique bien fondue, d'une grande dureté, très aigre, d'un grain ferré & d'une couleur blanche assez semblable à celle de l'acier; elle étoit recouverte d'une légère couche vitreuse très-noire. Ayant pesé le platine après la phosphoration, il s'est trouvé peser 354 grains; ce qui donne 18 grains d'augmentation au quintal.

En tenant le *phosphure de platine* exposé au feu pendant très-long-tems, l'on voit le phosphore qui vient brûler à la surface; le platine ensuite dépouillé de phosphore reste infusible, il est sous la forme d'une masse poreuse qui est très-malléable, & qui est pénétrée d'un peu d'acide phosphorique vitreux. En le passant sous un mouton, étant chauffé au rouge blanc, l'on parvient à en faire sortir le verre phosphorique, & l'on obtient un culot de platine très-malléable. C'est par ce procédé que

j'ai préparé des plateaux de balance & plusieurs flacons que j'ai fait frapper.

La facilité avec laquelle le phosphore se combine au platine, me paroît devoir fixer l'attention des chimistes. L'acide phosphorique vitreux ne l'attaque point, il n'a d'action que sur le fer qu'il contient. Aussi cette observation m'a fourni un moyen de purifier le platine : j'y réussis parfaitement en fondant un mélange d'une partie de verre phosphorique & de deux parties de platine ; je pulvérise le produit de la fusion, & par les lavages je sépare le verre phosphorique qui a dissous & vitrifié l'oxide de fer. Le platine reste ensuite très-pur, propre enfin à être fondu par les procédés connus.

Margraff, dans sa dissertation sur le platine, rapporte l'expérience suivante.

« J'ai mêlé l'acide pur séparé du phosphore
 » avec le platine, une drachme de celle-ci &
 » deux drachmes d'acide ; je les ai unis ensemble dans une retorte, en y adaptant un récipient, les jointures étant seulement bouchées avec du papier. Je fis distiller le liquide par degrés, je mis ensuite la retorte encore chaude sur des charbons ardents, jusqu'à ce qu'elle voulût commencer à fondre ; après quoi je l'en tirai avec la main gauche ; mais à peine avois-je fait cela, qu'il parut un éclair

DE CHIMIE.

» dans la retorte, qui remplit tout le vaisseau avec
» le récipient, & fut d'abord suivi d'un éclat véhément
» ment par lequel la retorte toute chaude partit
» de ma main, & alla sauter au visage d'un
» ami qui se tenoit à ma droite; il fallut en
» ramasser les pièces qui étoient répandues dans
» mon laboratoire. Je trouvai que la partie inférieure
» de la retorte étoit couverte d'une matière saline
» blanche; mais l'ayant séparée toute entière, tant avec le
» secours de l'eau chaude qu'en raclant & lavant, je
» trouvai le platine qui, après avoir été séché, se montra
» sans altération après ce travail. Les phénomènes de
» l'éclair & du fracas qui viennent d'être rapportés, tiroient
» sans doute leur origine d'un phosphore régénéré d'une
» partie du phlogistique de la platine & de l'acide du
» phosphore qui fit son effet en tirant la retorte du feu,
» parce que l'air pénétra dans les jointures des vaisseaux à
» distiller, qui n'avoient été que légèrement fermés. Cela
» fait voir combien il est aisé de se trouver exposé à quelque
» accident fâcheux dans de semblables expériences qui n'ont
» pas encore été tentées. On ne sauroit douter que l'acide
» du phosphore n'ait tiré ici la partie combustible nécessaire
» pour la régénération du phosphore, des particules du
» fer contenu dans le platine ».

Je n'adopte point l'explication que *Margraff* donne de la détonation qui a eu lieu dans l'expérience qu'il rapporte ; car en supposant qu'il y eût eu du phosphore régénéré par les parties combustibles du fer du platine, ce phosphore régénéré se seroit uni au platine, & l'auroit phosphoré. Je crois connoître la vraie cause de la détonation arrivée dans l'expérience rapportée par *Margraff* ; elle me paroît absolument la même que celle qui a manqué de me faire perdre la vue (a). L'acide phosphoreux que l'on obtient de la décomposition du phosphore à l'air libre, donne à la distillation du gaz *hydrogène phosphoré* ; ce gaz uni au gaz oxygène, détonne avec la plus grande force & souvent ou presque toujours avec fracture des vaisseaux. L'accident qui m'est arrivé en examinant cet air, ne le prouve que trop.

Dernièrement encore j'avois de l'acide phosphoreux dans un matras que je tenois à une douce chaleur ; j'en étois heureusement éloigné lorsque tout-à-coup il s'y fit une détonation des plus fortes, qui occasionna la rupture du matras, dont les éclats furent lancés de tous les côtés dans le laboratoire.

(a) Voyez la note imprimée dans les *Annales de Chimie*, tome V, page 271.

Margraff avoit traité le platine avec l'acide phosphoreux ; c'est cet acide qui a fourni du gaz hydrogène phosphoré qui, dans son union avec l'air contenu dans la cornue, a produit la détonation & l'éclair qu'il a observés.

Si j'ai parlé de cette expérience, c'est parce qu'elle m'a paru liée au travail de la phosphoration du platine ; elle m'a d'ailleurs fourni l'occasion de prévenir des chimistes des dangers auxquels on s'expose en travaillant sur l'acide phosphoreux.

Addition au phosphure d'argent.

J'ai fait rougir dans un creuset 200 grains d'argent à 12 deniers ; j'y ai alors projeté quelques petits morceaux de phosphore ; l'argent est aussitôt entré en fusion ; j'ai continué à y projeter du phosphore, jusqu'à ce que l'argent m'en parût saturé ; j'ai alors retiré le creuset du feu ; l'argent y étoit en une fonte belle & tranquille. J'ai porté le creuset à quelque distance du fourneau, afin que le métal fût plutôt refroidi ; mais quelle fut ma surprise de voir sortir de l'argent au moment où il cesse d'être fluide, une grande quantité de phosphore, qui en se volatilifant brûloit avec une grande vivacité ; & dans le même instant la surface du métal devint toute mammelonnée. J'ai observé ce dé-

gagement de phosphore dans mon dernier Mémoire sur les *phosphures métalliques*, en parlant de l'argent phosphoré que j'obtenois en traitant l'argent en limaille avec de la poudre de charbon & du verre phosphorique; mais ce phénomène ne m'avoit point autant frappé que cette fois-ci : je l'ai cru assez singulier, pour devoir répéter l'expérience plusieurs fois, & j'ai constamment observé qu'il se séparoit de l'argent au moment où il cessoit d'être fluide; une assez grande quantité de phosphore. La conséquence que j'en tire, c'est que le phosphore reste combiné en plus grande dose à de l'argent en fusion qu'à de l'argent non fondu. A quoi attribuer ce phénomène? Le calorique y contribue certainement pour beaucoup : cette observation au reste nous apprend que les proportions dans les combinaisons peuvent varier en raison du plus ou du moins de calorique qui peut y être uni.

L'argent, après la phosphoration, pesoit, étant refroidi, 224 grains; ce qui donne 12 grains d'augmentation par 100. J'ai eu aussi, dans d'autres expériences, une augmentation de 30 grains ou de 15 par 100. L'on peut évaluer le phosphore qui se sépare de l'argent au moment où il cesse d'être fluide, à environ 20 grains. Ainsi 100 grains d'argent en fusion peuvent re-

tenir environ 25 grains de phosphore, tandis que lorsqu'il cesse d'être fluide, il n'en retient qu'environ 15.

Addition au procédé du phosphure de cuivre.

(a) J'ai fait fondre dans un creuset un mélange de parties égales de cuivre en copeaux & de verre phosphorique, & j'ai obtenu de cette fusion un culot de cuivre, dont la couleur n'étoit que peu altérée; le verre phosphorique qui le recouroit étoit opaque; sa couleur étoit à-peu-près celle de la colophane.

Il résulte donc que l'action du cuivre sur le verre phosphorique est peu considérable; peut-être deviendrait-elle plus forte, si l'on employoit du cuivre plus divisé.

(b) Après avoir fait rougir 300 grains de copeaux de cuivre rouge dans un creuset, j'y ai projeté des petits morceaux de phosphore, le métal est aussitôt entré en fusion. J'ai continué de projeter du phosphore pour saturer le cuivre, & j'ai ensuite retiré le creuset du feu: j'ai obtenu, par ce procédé, du *phosphure de cuivre* dont la couleur est très-blanche, d'une grande dureté; il pesoit 345; ce qui donne une augmentation de 15 liv. par 100. Mais, comme dans l'acte de la combinaison il y a une petite portion de cuivre qui est oxidée, & qui forme

une légère couche vitreuse de couleur noire, qui recouvre le phosphore de cuivre, je crois avec M. Sage, qu'il peut y avoir 20 livres de phosphore dans un quintal de *phosphore de cuivre*.

La suite dans le prochain Numéro.

EUDIOMETRE A PHOSPHORE.

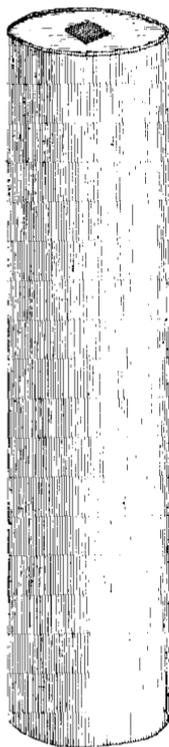
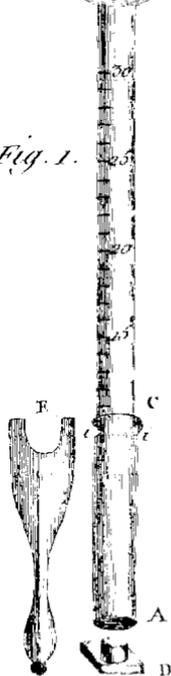


Fig. 2.



Fig. 1.



ANNALES DE CHIMIE.

M A I 1792.

S U I T E

D U Q U A T R I È M E M É M O I R E
S U R L E P H O S P H O R E ,

Faisant suite aux expériences sur la combinaison du phosphore avec les substances métalliques ;

Par M. P E L L E T I E R.

Addition au procédé du phosphure du fer.

(a) L'ON peut obtenir du *phosphure de fer*, en fondant un mélange de parties égales de limaille de fer & de verre phosphorique. Dans cette fusion une portion de verre phosphorique abandonne l'oxigène qu'il contient à une portion de fer ; alors à l'état de phosphore, il s'unit à l'autre portion de fer, & de leur union résulte du *phosphure de fer* qui gagne le fond du creuset. La portion de fer qui a été

Tome XIII.

H

oxidée par l'oxigène que le verre phosphorique lui a fourni, entre en vitrification avec l'acide phosphorique non décomposé, & leur mélange donne un verre noir qui a l'aspect métallique.

(b) J'ai aussi phosphoré du fer en faisant rougir de la limaille de fer dans un creuset; & en y projetant des petits morceaux de phosphore, le fer entre en fusion dès les premières projections de phosphore; & lorsqu'il en est saturé, il donne un *phosphure* qui est d'une grande dureté, d'une couleur blanche, d'un grain strié, & qui est attirable à l'aimant.

L'on ne peut calculer la quantité de phosphore que le fer retient par ce moyen de phosphoration, parce qu'il y a une petite portion de fer d'oxidée par le peu d'humidité que contient le phosphore, quelque essuyé qu'il soit, & ce fer oxidé se vitrifie & produit une scorie noire qui recouvre le métal phosphoré. Cette scorie ferrugineuse attaque le creuset & le pénètre. En examinant le phosphure de fer, j'ai reconnu qu'il pouvoit y avoir environ 20 liv. de phosphore au quintal.

Addition au phosphure de plomb.

(a) J'ai aussi traité l'acide phosphorique vitreux avec le plomb: d'un mélange de 4 onces de limaille de plomb & de 4 onces de verre phos-

phorique, j'ai obtenu par la fusion un culot métallique du poids de 3 onces; c'étoit du *phosphure de plomb*; le couteau l'entamoit, mais frappé sur une enclume, il s'est séparé par lames; sa couleur étoit d'un blanc argentin un peu bleuâtre, & se ternit promptement à l'air.

Lorsque l'on examine ce *phosphure de plomb* au chalumeau, l'on voit brûler le phosphore, & le petit grain de plomb est long-tems à se calciner entièrement.

(b) J'ai encore fait fondre du plomb dans un creuset; & lorsqu'il a été fondu, j'y ai projeté du phosphore, jusqu'à ce qu'il m'en parût saturé. Il n'est pas facile de juger de l'augmentation du poids du plomb en raison du phosphore qui lui reste combiné, parce qu'il y a une petite portion de plomb, qui est oxidée, & qui en se vitrifiant avec l'acide phosphorique (provenant de la combustion d'un peu de phosphore), fait un verre d'un blanc laiteux qui adhère au creuset.

Le phosphure de plomb obtenu par ce procédé, abandonne de même le phosphore qui lui est uni, lorsqu'on vient à le fondre au chalumeau.

(c) J'ai en outre obtenu du *phosphure de plomb* d'une distillation de phosphore faite avec l'urine évaporée à siccité, à laquelle j'avois ajouté du muriate de plomb, comme les au-

Hij

ciens procédés pour la préparation du phosphore l'indiquoient. Le phosphure de plomb se trouve dans le résidu de la distillation par petits grains brillans ; on les en sépare facilement par le lavage , & on peut les réunir ensuite en un seul culot, en les fondant dans un creuset. J'ai cependant observé qu'ils ne donnoient point une belle fonte ; elle étoit pâteuse ; & pendant la fusion il s'est séparé du phosphore qui vient brûler à la surface, en répandant une fumée blanche qui est produite par l'acide phosphorique volatilisé.

Le phosphure de plomb obtenu par ce dernier procédé , m'a paru être celui qui contenoit le plus de phosphore ; je crois qu'il peut s'y trouver dans les proportions de 12 à 15 au 100.

Addition au procédé du phosphure d'étain.

J'ai fait fondre dans un creuset un mélange de six onces d'étain fin en limaille & de six onces de verre phosphorique ; lorsque la matière a été bien fondue , ce qui demande peu de tems , il y a eu plusieurs petits jets qui ont sorti du fond du creuset , & qui s'enflammoient aussi-tôt qu'ils avoient le contact de l'air. J'ai obtenu , par ce procédé , un culot métallique qui étoit du phosphure d'étain , du poids de 4 onces ; il étoit recouvert d'un verre teint en noir.

L'étain est celui des métaux qui m'a paru avoir le plus d'action sur l'acide phosphorique vitreux : aussi lui enlève-t-il l'oxigène qu'il contient, avec la plus grande facilité. Il est encore des métaux celui qui retient dans sa combinaison la plus grande quantité de phosphore : il sera d'après cela facile de juger des phénomènes qui ont lieu, lorsqu'on traite ce métal avec le verre phosphorique ; une portion d'étain est oxidée par l'oxigène que ce métal enlève à l'acide phosphorique, & dans cet état d'oxide il entre en vitrification avec une portion de verre phosphorique non décomposé ; l'autre portion d'étain s'unit dans le même instant au phosphore qui a été produit par le verre phosphorique auquel l'étain a enlevé l'oxigène, & de leur union résulte du phosphure d'étain.

Le *phosphure* d'étain s'entame au couteau ; étant frappé sur une enclume, il se laisse aplatiser, mais il se sépare par lames ; lorsqu'il est nouvellement coupé, il est d'une couleur argentine ; étant limé, il donne une limaille terne qui ressemble à celle du plomb. Si l'on jette un peu de cette limaille sur des charbons ardens, l'on voit brûler le phosphore en répandant l'odeur qui lui est particulière ; traité au chalumeau, le phosphore brûle, & le petit culot se recouvre d'un verre transparent.

H iij

(b) J'ai aussi obtenu du phosphore d'étain, soit en fondant un mélange de parties égales de sel fusible d'urine & de limaille d'étain, soit encore en fondant un mélange de limaille d'étain & du sel, qu'on obtient en combinant l'acide phosphorique avec l'ammoniaque. J'observerai que l'on obtient du phosphore d'étain par ces deux procédés, en n'employant que le degré du feu qui est à-peu-près nécessaire pour fondre de l'étain. La facilité avec laquelle le phosphore se produit en traitant le verre phosphorique, avec l'étain, m'a paru devoir mériter une attention particulière; c'est ce qui m'a engagé à en faire mention.

Margraff avoit fondu le sel fusible avec l'étain. Voici ce qu'il dit : « Ayant traité 4 scrupules de limaille d'étain avec deux gros de sel fusible, & ayant fondu le tout, j'ai obtenu un régule du poids d'un gros & deux grains; sa texture qui est toute particulière, qui est toute feuillée brillante, & quand on la rompt, semblable au zinc, aussi-bien que sa grande fragilité, montre d'abord qu'il y est arrivé un changement remarquable; le régule mis sur des charbons ardents & embrasés commence par brûler & ensuite s'enflamme comme le zinc ou le phosphore ».

Ce passage qui se trouve dans la dissertation

de Margraff, ayant pour titre : *Dissertation sur le sel d'urine*, fait voir que Margraff avoit fait du phosphore d'étain. Margraff avoit aussi traité le sel fusible avec plusieurs métaux, & il avoit observé que le sel fusible leur faisoit éprouver un changement. Voici la conclusion qu'il en a tirée :

« Je ne saurois décider quel est le changement réel que les métaux souffrent dans ces opérations, & si avec le tems l'on pourra produire par ces moyens quelque chose de plus considérable ; je laisse la chose indécise, en attendant que des expériences poussées plus loin & incontestables me mènent à la certitude ».

Margraff, comme on peut le voir, croyoit à la combinaison du phosphore avec les métaux ; & pour parvenir à le leur combiner, il distilla du phosphore sur les métaux. J'ai déjà dit en quoi Margraff avoit manqué dans son travail, & c'est après l'avoir connu, que je me suis tracé celui qu'il falloit suivre pour y réussir ; & afin de le rendre le plus complet, j'ai cru devoir tenter toutes les expériences que je rends aujourd'hui publiques.

(c) L'on obtient aussi la combinaison de l'étain avec le phosphore, en projetant des petits morceaux de phosphore sur de l'étain que l'on

H iv

tient en fusion dans un creuset. En phosphorant de cette dernière manière 600 grains d'étain, j'ai obtenu un régule cristallisé extérieurement (comme le régule d'antimoine) d'une couleur blanche; il formoit un culot bombé dans le fond du creuset: son poids s'est trouvé de 672 grains; ce qui donne une augmentation de 12 grains au quintal. Mais, comme pendant la phosphoration il y a un peu d'étain qui est oxidé, & qui en se vitrifiant, &c. adhère au creuset, je crois que la quantité de phosphore qui reste combinée à l'étain, est plus grande; il m'a paru qu'il y en avoit de 15 à 20 livres par quintal de phosphore d'étain.

J'ai fait un mélange de parties égales de phosphore d'étain & de muriate de mercure corrosif; l'ayant distillé, j'ai eu, pour produit, du muriate d'étain fumant, du mercure coulant & du gaz hydrogène phosphoré, qui, en sortant de la cornue, s'enflammoit en produisant des détonations; il restoit dans la cornue une matière boursoufflée qui paroissoit avoir été en fusion; en ayant mis une petite quantité sur un charbon ardent, elle a donné une flamme que j'ai reconnue pour celle du phosphore. Je regarde cette substance comme une combinaison d'oxide d'étain & de phosphore. Je ne fais qu'indiquer cette expérience, afin d'annoncer que les oxides

métalliques peuvent s'unir au phosphore, de même qu'ils se combinent au soufre & à l'arsenic.

Je me propose de suivre ces combinaisons dans un autre moment; je continuerai ce Mémoire en suivant les combinaisons du phosphore avec les demi-métaux.

CINQUIÈME MÉMOIRE
SUR LE PHOSPHORE,
Faisant suite aux combinaisons du phosphore avec les substances métalliques;

Par M. PELLETIER (a).

Phosphoration du mercure.

LE mercure est une des substances métalliques qui m'a le plus occupé pour l'unir au phosphore: je vais rapporter le plus brièvement possible une partie des expériences que j'ai eu occasion de faire à ce sujet.

(a) J'ai mis dans un petit matras à moitié plein d'eau, une demi-once de mercure avec une demi-once de phosphore; j'ai tenu le matras

(a) Etrait d'un Mémoire lu à l'académie des sciences.

sur le bain de sable d'un poêle que l'on chauffoit tous les jours pendant près de trois mois, ayant soin d'agiter le matras très-souvent; le mercure & le phosphore n'ont point contracté d'union dans cette longue expérience; le mercure gaignoit la partie inférieure, & le phosphore la partie supérieure, & ils étoient bien séparés.

J'observerai que la partie du phosphore qui touchoit au mercure, avoit un aspect brillant, comme s'il y eût eu une adhérence des molécules du mercure à celles du phosphore; ce qui annonçoit déjà une tendance à la combinaison.

(b) J'ai mis dans une petite cornue 2 gros de mercure & 2 gros de phosphore; j'ai procédé ensuite à la distillation, & je l'ai arrêtée, lorsqu'il y a eu une petite portion de phosphore qui avoit distillé; ayant ensuite cassé la cornue, j'y ai trouvé au fond le mercure en nature, recouvert de phosphore. Dans cette expérience il n'y a point eu non plus de combinaison de phosphore & de mercure.

(c) J'ai mis dans un matras 2 gros d'oxide rouge de mercure ou précipité *per se* réduit en poudre, & 2 gros de phosphore; j'y ai ajouté un peu d'eau, & j'ai tenu ensuite le matras sur un bain de sable chaud: j'ai eu soin d'agiter de tems en tems le matras, & je l'ai tenu

pendant très-long-tems sur le bain de sable ; l'oxide de mercure n'a pas tardé à devenir noirâtre, & dans cet état il demouroit uni au phosphore : l'eau est devenue sensiblement acide, & elle contenoit de l'acide phosphorique à nu. Voici donc ce qui a lieu dans cette expérience : l'oxigène ou l'air pur contenu dans l'oxide de mercure abandonne ce métal pour se porter sur une portion de phosphore, qu'il change en acide phosphorique ; alors le mercure, dépouillé d'oxigène, se trouve extrêmement divisé, & dans cet état il s'unit au phosphore, & forme une combinaison particulière dans laquelle le phosphore domine ; ce produit se ramollit dans l'eau bouillante, & il prend consistance, lorsque l'eau cesse d'être chaude.

J'ai mis ce mercure phosphoré dans un petit nouet de peau de chamois ; je l'ai tenu dans de l'eau bouillante, & alors je l'ai foiblement exprimé ; il en est sorti un peu de phosphore très-transparent : ce qui a resté dans le nouet étoit du mercure phosphoré qui étoit d'une consistance assez forte, d'une couleur noire, se coupant au couteau ; en l'examinant on voyoit qu'il contenoit des petites molécules de mercure qui ne paroissoient pas bien combinées.

Ce phosphure de mercure, exposé à un air

c, y répand des vapeurs blanches qui ont l'odeur du phosphore.

(d) L'oxide de mercure préparé par l'acide nitrique ou précipité rouge traité de la même manière avec le phosphore, donne un résultat semblable, & l'on observe les mêmes phénomènes.

(e) J'ai encore traité une demi-once de mercure extrêmement divisé (1) avec une demi-once de phosphore. J'ai eu soin de mettre ces deux substances dans un matras à moitié plein d'eau; je l'ai tenu sur un bain de sable; j'ai agité de tems en tems le matras; le mercure, à raison de sa division, s'est uni au phosphore, & a formé du *phosphure de mercure*.

Si l'on soumet à la distillation le phosphure de mercure, la combinaison est rompue. Le phosphore passe le premier, ensuite le mercure, & on les trouve tous les deux dans le récipient, bien séparés l'un de l'autre.

Phosphoration du zinc.

(a) J'ai mis dans une cornue de grès deux gros de zinc réduit en limaille, & un gros de

(1) J'obtiens ce mercure divisé, en procédant à la distillation du muriate de mercure corrosif & de la limaille de fer, en se servant de vaisseaux très-évafés pour récipients.

phosphore ; j'ai ensuite procédé à la distillation, après avoir adapté un récipient au bec de la cornue. J'ai eu pour produit un peu de phosphore, & dans le col de la cornue j'ai trouvé, 1°. du zinc sous forme métallique, 2°. une sublimation d'une efflorescence rouge, 3°. de l'oxide de zinc sous l'état de fleurs blanches, 4°. une sublimation en aiguilles ayant un coup-d'œil métallique un peu bleuâtre & irisé ; il restoit dans la cornue une matière noirâtre ressemblant à une scorie. Je regarde l'efflorescence rougeâtre, ainsi que la sublimation en aiguilles que j'ai obtenue dans cette distillation, comme de l'oxide de zinc phosphoré. Lorsque j'ai parlé de la phosphoration de l'étain, j'ai fait mention de l'union des oxides métalliques avec le phosphore. Le zinc en fournit encore un exemple que j'ai cru devoir citer, ayant à faire remarquer que l'espèce de combinaison de zinc & de phosphore dont Margraff a fait mention, n'est qu'une combinaison de l'oxide de ce métal avec le phosphore. Voici ce que *Margraff* a écrit à ce sujet :

« Aya it pris une drachme de zinc & autant de
 » phosphore, je distillai ce mélange, sans qu'il
 » parût d'abord d'altération particulière dans le
 » zinc, si ce n'est qu'il se sublima une petite quan-
 » tité de fleurs d'un jaune couleur d'orange ;

» mais , après avoir mêlé encore une fois le
 » phosphore qui avoit distillé avec le résidu ,
 » & réitéré la distillation à laquelle je donnai ,
 » à la fin , un feu véhément , alors la plus
 » grande partie du zinc fut sublimée sous la
 » forme de fleurs très-légères , pointues , d'un
 » jaune tirant sur le rouge : j'ai mis une partie
 » de ces fleurs dans un petit *test à rotir* que je
 » posai sous une moufle ardente , & aussi-tôt
 » non-seulement elles s'allumèrent , mais se fon-
 » dirent en un verre blanc transparent , qui pa-
 » roissoit semblable au verre de borax ».

J'ai cru , d'après l'indication de *Margraff* ,
 devoir redistiller le phosphore obtenu d'une
 première distillation du mélange du zinc & de
 phosphore sur le résidu qui reste dans la cor-
 nue (qui est du zinc en partie oxidé) , & j'ai
 obtenu le produit annoncé par *Margraff* , que
 je regarde comme un oxide de zinc phosphoré.
 L'on sait que le zinc s'oxide avec une très-
 grande facilité ; & dans l'expérience que je rap-
 porte , c'est-à-dire , dans les deux distillations
 retirées du phosphore sur le zinc , il y a une
 certaine quantité d'eau que l'on porte forcé-
 ment avec le phosphore sur le zinc ; & c'est
 particulièrement cette eau qui facilite l'oxidation
 du zinc , qui , ainsi oxidé , se volatilise & s'unit
 au phosphore qu'il rencontre sous l'état de la

plus grande division, puisqu'il est en vapeurs.

(b) Ayant distillé à l'appareil pneumato-chimique un mélange d'une once de zinc en limaille & d'une once de verre phosphorique, j'ai eu, pour produit, du gaz hydrogène mêlé d'air fixe; il s'est sublimé dans le col de la cornue un peu de zinc en nature. Le résidu de cette distillation offroit une substance spongieuse noire & brillante, qui étoit recouverte d'une espèce de sublimation en aiguilles, d'un blanc argentin, que je regarde encore comme de l'oxide de zinc phosphoré.

Ces aiguilles, mises à la flamme d'une bougie, brûlent avec décrépitation, & l'odeur & la flamme qu'elles donnent dans leur combustion font voir que le phosphore entre dans leur composition: si elles sont essayées au chalumeau sur un charbon, elles brûlent de même, & laissent un petit globe vitreux.

(c) J'ai encore soumis à la distillation un mélange d'une once de zinc limé, d'une once de verre phosphorique, & d'un gros de poudre de charbon; il s'est sublimé du zinc très-mal-léable; le résidu avoit une apparence pulvérulente, noire, très-brillante; examiné à la loupe, l'on y distinguoit des petits grains métalliques, qui étoient du phosphore de zinc.

En les essayant au chalumeau, ils brûlent

avec le caractère propre au zinc, mais aussi en répandant l'odeur particulière au phosphore.

J'ai encore soumis au feu, dans un creuset, un pareil mélange d'une once de zinc en limaille, d'une once de verre phosphorique, d'un gros de poudre de charbon : en chauffant fortement le creuset, il en est sorti beaucoup de vapeurs qui brûloient au contact de l'air, en donnant une flamme d'un jaune verdâtre; la matière restante étoit pulvérulente, de couleur noirâtre; l'on y distinguoit quelques petits points métalliques qui étoient du *phosphure de zinc*; mais il paroît que l'action du feu volatilise la plus grande portion du phosphore.

(d) J'ai aussi soumis à la distillation, en me servant d'une petite cornue de grès, un mélange d'une once & demie d'oxide de zinc ou de fleurs de zinc, d'une once & demie de verre phosphorique & de deux gros de poudre de charbon : ayant fortement chauffé la cornue, il s'est sublimé dans le col une substance métallique d'un blanc argentin, d'une cassure vitreuse ressemblant assez au *crocus d'antimoine*. Je regarde ce sublimé comme de l'oxide de zinc phosphoré, essayé au chalumeau, l'on voit brûler le phosphore, & il reste un petit globule vitreux qui paroît très-transparent, tant qu'il est en fusion, mais qui devient opaque par le refroidissement.

refroidissement. Le résidu de cette distillation étoit très-pulvérulent, & l'on y distinguoit des petits points brillans qui étoient du phosphure de zinc.

Un autre mélange fait avec une once de précipité (du vitriol de zinc par l'alcali), une once de verre phosphorique & deux gros de poudre de charbon, ayant été soumis à la distillation dans une cornue de grès, n'a point donné de sublimé; mais le résidu contenoit en grande quantité des petits grains métalliques peu malléables: c'étoit du phosphure de zinc.

(e) J'ai encore tenté la phosphoration du zinc, en projetant du phosphore sur du zinc en fusion; j'ai donc fait rougir dans un creuset 600 grains de zinc coupé par petits morceaux, & ensuite j'y ai projeté du phosphore bien essuyé, le zinc est entré en fusion; j'ai continué à y projeter du phosphore & en même-tems des petits morceaux de résine, afin d'empêcher l'oxidation du zinc; ayant ensuite retiré le creuset du feu, j'y ai trouvé une substance métallique qui étoit du phosphure de zinc: sa couleur est blanche, mais moins brillante que celle du zinc; elle est plutôt plombée. Lorsqu'on lime le phosphure de zinc, ou bien lorsqu'on le frappe avec un marteau sur une enclume, il répand une odeur analogue à celle

du phosphore, il s'étend aussi un peu sous le marteau.

Essayé au chalumeau, il brûle comme le zinc, mais on reconnoît facilement que la flamme qu'il donne diffère un peu de celle du zinc; il fournit aussi moins d'oxide de zinc, & il laisse pour résidu un corps spongieux.

L'on trouvera peut-être que je me suis trop étendu sur la phosphoration du zinc; j'observerai que j'ai cru ces détails nécessaires, afin de bien faire connoître les différences qui se trouvent entre les combinaisons du phosphore, soit avec le zinc, soit avec ce même métal réduit à l'état d'oxide.

Phosphoration du bismuth.

Le bismuth m'a paru avoir peu d'affinité avec le phosphore; j'ai cru même pendant long-tems que ce métal se refusoit à ce genre de combinaison: je l'ai tentée de diverses manières, & toujours avec très-peu de succès, comme on pourra le juger par le détail des expériences suivantes.

(a) J'ai fondu dans un creuset un mélange de deux onces de verre phosphorique, de deux gros de charbon en poudre & de deux onces de bismuth; le tout en poudre. Pendant la fusion, il s'est dégagé beaucoup de vapeurs de

phosphore; ayant retiré le creuset du feu, j'y ai trouvé le bismuth bien fondu & occupant la partie inférieure du creuset; il étoit recouvert d'un verre à demi transparent, un peu laiteux.

Ayant examiné ce bismuth, j'ai observé qu'à l'aspect il ne différoit point sensiblement du bismuth ordinaire, il en avoit la couleur & la cassure; essayé au chalumeau, il donne, au moment où il entre en fusion une petite flamme verte; du reste, il s'y comporte comme le bismuth ordinaire.

(*b*) J'ai fait un mélange de deux onces de bismuth & de deux onces de verre phosphorique; ayant procédé à la fusion, j'ai obtenu un culot de bismuth absolument semblable à celui de l'expérience précédente; le verre phosphorique qui le recouroit avoit perdu de sa transparence; il étoit assez semblable à la couleur du jade.

(*c*) J'ai encore tenté la phosphoration du bismuth en fondant un mélange d'une once d'oxide de bismuth, d'une once & demie de verre phosphorique, & de deux gros de poudre de charbon: le bismuth que j'ai obtenu de cette réduction ne m'a point paru plus phosphoré que celui des expériences précédentes.

(*d*) J'ai aussi tenté la phosphoration directe du bismuth; j'ai fait fondre dans un creuset

600 grains de ce demi-métal; & lorsqu'il a été fondu, j'y ai projeté, par parties, des petits morceaux de phosphore; ayant ensuite retiré le creuset du feu, j'ai examiné le bismuth que j'ai trouvé très-adherent au fond du creuset: sa cassure étoit celle du bismuth; au chalumeau, il a donné une très-petite flamme verte au moment où il alloit entrer en fusion; exposé quelque tems à l'air, il prend une couleur irisée; si on le lime & si on jette la limaille sur un charbon bien allumé, l'on voit qu'il se dégage de petites flammes verdâtres qui ont l'odeur de phosphore. Je dois avertir que pour bien observer ce phénomène, il faut être dans un endroit obscur.

L'on jugera, d'après ce que je viens de rapporter sur la phosphoration du bismuth, que ce demi-métal retient peu de phosphore: je n'en évalué point la proportion à plus de 4 livres pour 100.

Phosphoration de l'antimoine.

(a) Un mélange d'une once de régule d'antimoine, d'une once de verre phosphorique & d'un gros de poudre de charbon, fournit par la fusion une substance métallique blanche, fragile, ayant une cassure lamelleuse, mais à petites facettes qui paroissent cubiques; c'est de l'antimoine phosphoré.

Si l'on en met un petit morceau sur un charbon

bien allumé, il se fond & donne au moment de la fusion une petite flamme verte; il continue ensuite à se volatiliser sous la forme de fleurs blanches.

(*b*) En procédant à la fusion d'un mélange de parties égales de verre phosphorique & de régule d'antimoine, l'on obtient aussi une substance métallique à petites facettes, telles que celles que je viens de décrire, qui est de même du phosphore d'antimoine.

(*c*) En projetant du phosphore sur du régule d'antimoine tenu en fusion dans un creuset, l'on parvient à unir à ce métal du phosphore, & l'antimoine phosphoré par ce dernier procédé est absolument semblable à celui que l'on obtient par ceux dont je viens de parler. Il faut avoir attention de retirer du feu le creuset aussi-tôt les dernières projections du phosphore; sans cette précaution presque tout le phosphore se volatiliferoit.

L'on a dû observer dans la phosphoration de plusieurs métaux, particulièrement de l'étain, du cuivre, du platine, &c. que le phosphore en s'y unissant, donnoit des produits qui avoient quelques analogies (quant aux apparences extérieures) avec ceux que l'arsenic nous donne, lorsqu'il est uni à ces mêmes métaux. L'antimoine nous fournit encore un exemple d'un

phénomène semblable : l'on fait que l'arsenic uni à ce métal nous donne une substance métallique à facettes, comme nous l'avons observé dans l'antimoine phosphoré.

Phosphoration du cobalt.

(a) J'ai fait fondre un mélange d'une once de verre phosphorique, d'un gros de poudre de charbon & d'une once de régule de cobalt en poudre; le produit de cette fusion a été un culot de cobalt phosphoré recouvert d'un verre d'un très-beau bleu.

(b) J'ai mis dans un creuset 300 grains de régule de cobalt réduit en petits morceaux; l'ayant fait rougir, j'y ai projeté des petits morceaux de phosphore; le cobalt est aussi-tôt entré en fusion; j'ai continué à y projeter du phosphore, jusqu'à ce que le cobalt m'en parût saturé. Dans cette phosphoration le cobalt augmente de plus de 20 grains, quoiqu'il y en ait une petite portion qui se trouve oxidée, & qui forme au-dessus du culot une petite couche d'une couleur rose violet.

Le cobalt phosphoré par ces deux procédés a la même apparence extérieure; il diffère du régule de cobalt ordinaire par sa couleur qui est blanche & plus bleuâtre; il est comme le régule de cobalt fragile, & dans sa cassure on

apperçoit une tendance à prendre une forme cristalline en aiguilles.

Le cobalt phosphoré exposé à l'air y perd son éclat métallique.

Essayé au chalumeau & tenu quelque tems en fusion, l'on voit le phosphore, qui se dégage du petit culot métallique, venir brûler à la surface; il reste ensuite un petit globule vitreux d'un bleu foncé.

Phosphoration du nikel.

Le nikel s'unit avec une grande facilité au phosphore, & il en retient dans sa combinaison une assez grande quantité. L'on peut phosphorer ce métal, soit en fondant un mélange de verre phosphorique de régule de nikel & de charbon, soit encore en projetant du phosphore sur du nikel fondu. Voici les expériences que j'ai faites :

1°. J'ai fait un mélange d'une once de verre phosphorique, d'un gros de poudre de charbon & d'une once de régule de nikel (que j'avois extrait d'une mine de ce métal venant des Pyrénées); & de la fusion de ce mélange j'ai obtenu du nikel phosphoré, dont le poids s'est trouvé d'une once 40 grains. Ce *phosphore* étoit recouvert d'un verre légèrement teint en bleu, couleur que j'attribue à un peu de cobalt qui se trouve toujours accompagner

ce de métal. Le *phosphure de nikel* obtenu par ce procédé étoit d'une couleur plus blanche que celle du régule de nikel; il avoit aussi une cassure dans laquelle on distinguoit un assemblage de prismes très-déliés; ce que l'on nomme *apparence aiguillée*.

J'ai fait aussi rougir dans un creuset 600 grains du même régule de nikel; j'y ai ensuite projeté du phosphore, jusqu'à ce qu'il m'en parût saturé. Dans cette phosphoration le nikel a augmenté de 120 grains; ce qui fait 20 par 100: aussi s'est-il trouvé d'une couleur plus blanche que le nikel phosphoré par le premier procédé. J'ai aussi observé dans la phosphoration du nikel, que ce métal phosphoré, en se refroidissant, abandonne une petite portion de phosphore, comme je l'ai fait remarquer en parlant de l'argent. Lorsqu'on essaye au chalumeau le *phosphure de nikel*, l'on voit brûler le phosphore à mesure que le métal est calciné;

Phosphoration du speiss.

Je n'insisterai guère sur la phosphoration du *speiss*, substance métallique que l'on obtient dans la fabrication du saffre, & que les chimistes regardent comme un alliage de plusieurs métaux dans lequel le nikel est dominant: aussi ai je observé dans la phosphoration de ce mi-

néral les mêmes phénomènes que dans la phosphoration du nikel; & en le comparant, lorsqu'il est phosphoré, au *phosphure de nikel*, l'on ne peut les distinguer.

*Phosphoration du molybdène, du tungstène
& du Wolfram.*

La rareté de ces substances & la difficulté de les réduire m'ont empêché de faire des expériences en grand sur la phosphoration de ces métaux; les essais néanmoins que j'ai faits m'ont mis à même d'observer,

1°. Qu'il y avoit un très-grand rapport entre les régules retirés de ces trois substances;

2°. Que le phosphore pouvoit leur être uni par les procédés que j'ai suivis dans la phosphoration des métaux.

Phosphoration du manganèse.

Le phosphore se combine très-bien avec le manganèse. J'indiquerai dans un autre Mémoire les procédés que j'ai suivis pour obtenir le régule du manganèse que j'ai soumis à la phosphoration. Je dois cependant avertir que plusieurs de ces régules tomboient en efflorescence à l'air, tandis que d'autres s'y sont conservés avec leur brillant métallique; les uns & les autres avoient été réduits de la même manière à un

feu à-peu-près égal & avec les mêmes substances : à quoi tiennent donc ces diverses propriétés ?

Pour phosphorer le manganèse, j'ai fait fondre un mélange de 300 grains de verre phosphorique & 40 grains de poudre de charbon & de 300 grains de régule de manganèse, qui ne tomboit pas en efflorescence à l'air ; le tout ayant été bien fondu, j'ai obtenu une substance métallique qui étoit du manganèse phosphoré : il s'est conservé à l'air sans s'effleurir ; il est fragile, d'une couleur blanche, d'une texture grenue, très-disposé à la cristallisation.

Le manganèse phosphoré étoit recouvert d'une matière vitreuse d'une couleur jaunâtre opaque.

J'ai aussi phosphoré du manganèse en fondant parties égales de régule de manganèse & de verre phosphorique. Le produit de cette phosphoration ne différoit point de celui dont je viens de parler.

Faisant enfin rougir dans un creuset du régule de manganèse, & y projetant ensuite des petits morceaux de phosphore, l'on parvient à phosphorer ce métal.

Ces deux dernières expériences ont été faites avec du manganèse qui tomboit en efflorescence à l'air, mais depuis qu'il est phosphoré, il s'y conserve sans s'y altérer sensiblement.

Le manganèse phosphoré m'a paru plus su-

tible que le manganèse pur ; & lorsqu'on en fait fondre au chalumeau un petit morceau, l'on voit brûler le phosphore à mesure que le métal s'oxide.

Phosphoration de l'arsenic.

Margraff a examiné l'action du phosphore sur l'oxide d'arsenic.

Voici ce qu'il dit à ce sujet :

« J'ai mêlé demi - drachme de chaux »
 » d'arsenic avec une seule drachme de phos- »
 » phore ; & après en avoir fait la distillation, »
 » j'ai observé les circonstances suivantes : »
 » 1°. l'arsenic se sublima, avec le phosphore, »
 » d'un rouge éclatant ; mais il y en avoit fort »
 » peu qui fût sous la forme accoutumée du »
 » phosphore ; cela avoit plutôt l'air d'un sublimé »
 » mixte. Au lieu de résidu, je trouvai une »
 » substance noirâtre fragile, du poids d'envi- »
 » ron huit grains, qui attira assez vite l'humidi- »
 » tité de l'air, & se fondit ».

J'ai répété l'expérience de *Margraff*, & j'ai obtenu les mêmes résultats ; mais je ne regarde point ce sublimé rouge comme de l'arsenic phosphoré : ce sublimé rouge est du phosphore en partie décomposé, c'est-à-dire, uni à une portion d'oxigène qui lui a été fourni par l'oxide d'arsenic, parce que l'oxigène a une

affinité plus grande avec le phosphore qu'avec l'arsenic. Ce que je regarde comme de l'arsenic phosphoré, est une substance brillante noirâtre, qui se sublime avec cette matière rouge, & qui étant mise sur un charbon, brûle en répandant l'odeur de l'arsenic & celle du phosphore; la petite portion de résidu que l'on trouve dans la cornue est de l'acide phosphorique produit par l'union d'une petite portion de phosphore à une portion de l'oxygène de l'oxide de l'arsenic; mais, comme je viens de l'observer, la plus grande portion de l'oxygène que fournit l'oxide d'arsenic, forme, en s'unissant au phosphore, une combinaison toute particulière de couleur rouge & pouvant se sublimer. Le phosphore dans cet état est, relativement au phosphore, ce que l'arsenic blanc est relativement au régule d'arsenic: ce sera donc (si l'on peut donner le nom d'oxide à des substances qui ne sont point métalliques) de l'oxide de phosphore.

L'on peut obtenir de l'arsenic phosphoré en distillant un mélange de parties égales de régule d'arsenic & de phosphore; mais il faut, dans cette distillation, bien ménager le feu; l'on obtiendra par ce moyen un résidu noir & brillant, dans lequel le phosphore se trouve en quantité: il faut conserver ce produit dans l'eau.

L'on unit aussi le phosphore à l'arsenic par la voie humide. J'ai mis dans un matras avec f. q d'eau un gros de régule d'arsenic & un gros de phosphore ; j'ai tenu le matras sur un bain de sable pendant quelque tems ; le phosphore s'est fondu & s'est uni à l'arsenic. J'ai aussi obtenu l'union du phosphore & de l'arsenic, en mettant dans un matras un gros d'oxide d'arsenic & un gros de phosphore : procédant d'ailleurs comme je viens de l'indiquer dans cette dernière expérience, l'oxigène de l'oxide d'arsenic se porte sur le phosphore, d'où il résulte de l'acide phosphorique qui se dissout dans l'eau ; l'oxide d'arsenic se trouvant ensuite à l'état de régule, se combine avec la portion de phosphore non décomposé.

Conclusion.

Il résulte de ces expériences & de celles dont j'ai rendu compte dans mes précédens Mémoires sur la phosphoration des métaux, que le phosphore peut, comme l'arsenic & le soufre, être uni aux substances métalliques ; qu'à beaucoup d'égards il se comporte absolument comme l'arsenic.

Ces nouvelles combinaisons du phosphore avec les métaux pourront être désignées sous le nom de métaux phosphorés, ou, dans la nou-

velle nomenclature, de *phosphures métalliques*; de même que l'on désigne les combinaisons du soufre sous le nom de métaux sulfurés ou de *sulfures métalliques*; & d'après ces rapports, il faudra adopter une dénomination analogue, pour désigner les combinaisons des métaux avec l'arsenic en règle.

Il résulte aussi de quelques faits que j'ai exposés dans le cours de ce travail, que le phosphore peut être uni à des métaux oxidés ou calcinés; mais ces expériences demandent à être examinées avec plus de soin, parce qu'il peut arriver que dans les produits dont je parle, ce ne soit pas les métaux qui se trouveroient oxidés, mais bien le phosphore. Il est certain que l'on n'a pas encore fait assez d'attention aux divers états du soufre & de l'arsenic dans lesquels ils peuvent se trouver, dans les combinaisons que le règne minéral nous offre, non plus qu'à l'état des métaux combinés à ces mêmes substances, soit en nature ou bien dans un état d'oxidation. Toutes ces combinaisons cependant, de même que celles du phosphore, doivent exister parmi les produits du règne minéral; car certainement la nature n'est pas en arrière de ce que l'art peut faire. Si ces dernières réflexions méritent quelque attention, alors on jugera quel peut être l'intérêt du travail que je viens de présenter.

Il paroît d'abord peu important de savoir que le phosphore peut être uni à tel ou tel métal ; mais que l'on se rappelle que le célèbre Bergmann avoit cru voir un métal nouveau dans l'union du phosphore avec le fer. Dans ce moment même, des naturalistes distingués ne croient à la métallisation de plusieurs terres, que parce qu'ils ne sont pas bien convaincus que la substance métallique qu'ils en séparent est du phosphore de fer. De telles erreurs n'auront certainement pas lieu, lorsqu'on sera bien familiarisé avec ces nouveaux produits.

Il me reste à examiner les combinaisons du phosphore avec les terres & les alcalis : ce sera le sujet d'un Mémoire particulier.

D E S C R I P T I O N

*De la Vallée du Gave Béarnois dans
les Pyrénées ;*

Par M. REBOUL (a).

LES Pyrénées ont été jusqu'à nos jours négligées de la plupart des naturalistes, & ont paru

(a) Extrait d'un Mémoire lu à l'Académie des sciences Paris en 1788.

long-tems n'être ouvertes qu'aux seuls amateurs de la botanique. On n'a commencé que depuis un petit nombre d'années à en étudier la forme, la disposition, la hauteur, la nature & les phénomènes. Ces objets n'ont pas plutôt fixé l'attention des savans, que leurs opinions se sont partagées, & le petit nombre d'écrits que l'on a publiés sur ces montagnes forment déjà deux classes très-distinctes & très-contradictoires, dont l'une les représente comme disposées avec ordre & soumises à la loi d'un système, & l'autre n'y observe qu'une confusion étrange & un chaos inexplicable. Je suis éloigné de croire qu'il suffise de parcourir rapidement des vallons & des sommets qui se ressemblent tous aux yeux du vulgaire, ou même de porter un œil rapide & passionné sur ces masses, pour en saisir l'organisation, & en déterminer les rapports & l'ensemble. Aussi ai-je eu la précaution d'écartier ces grandes vues de la simple description que je vais présenter. J'ai cru cependant pouvoir discuter quelquefois les rapports qu'elles offrent avec les opinions connues, sans prendre l'engagement de réfuter aucun système, ou de jui en substituer quelqu'autre non moins incertain. Si quelque considération peut m'excuser d'écire sur ces grands objets, ce sera peut-être d'avoir borné mon choix à ceux que j'ai observés

observées le plus constamment & à trois différentes reprises, pendant le cours de trois voyages.

Le torrent qui porte le nom de Gave de Pau parcourt depuis sa source près des limites de l'Espagne, jusqu'à la petite ville de Lourde, une vallée qui se dirige du sud au nord sur une longueur d'environ dix lieues. Cet espace, qui forme son lit dans l'intérieur des Pyrénées, ressemble moins à une vallée dans la majeure partie de son étendue, qu'à une entaille étroite & profonde, dont les flancs sont souvent coupés à pic d'une hauteur effrayante, & dont le fond est toujours couvert d'une eau écumeuse. Cette longue coupure se termine, ainsi que plusieurs de ses branches, aux sommets les plus élevés des Pyrénées, & elle reçoit les eaux qui distillent sans cesse de leurs neiges durcies. Sa division géographique est en deux vallées, dont l'une plus voisine de la plaine est appelée Lavedan, & dont l'autre ne fait que partie de la contrée qui porte le nom de Barèges.

On pourroit croire que cette vallée n'est point l'une des principales des Pyrénées, parce que sa direction n'est point conforme à celle de chaîne entière. Les observations de MM. Bouguer, de Sauffure & Pallas semblent démontrer que les Cordilières, les Alpes, les monts Oua!

& Altaï sont en effet formés de plusieurs chaînes parallèles séparées par de grandes vallées qui méritent bien le nom de longitudinales, & auxquelles se joignent de droite & de gauche des vallées moins étendues qui vont se perdre dans l'intérieur des montagnes. La France elle-même nous présente un exemple frappant de cette disposition régulière dans cet intervalle montagneux qui sépare l'Auvergne du Languedoc, & le lit de la Dordogne de celui du fameux canal de Riquet. Quelques écrivains ont aussi voulu soumettre les Pyrénées à cette loi qu'ils regardent comme universelle.

J'avoue qu'il m'a été impossible de reconnoître, dans tout le terrain que j'ai parcouru, aucune trace de vallée longitudinale. Celle du Gave Béarnois coupe à angles droits la direction de la chaîne dans l'une de ses plus grandes largeurs & jusqu'à sa plus grande hauteur. Or, si en la suivant j'ai trouvé plusieurs fois à ses côtés d'autres vallées dans la direction de l'est à l'ouest, ou réciproquement, celles-ci ont toujours beaucoup moins d'étendue, & se terminent par une extrémité aux rochers élevés dont elles reçoivent les eaux, & par l'autre à la vallée transversale qui les réunit toutes. Il est d'ailleurs aisé de se convaincre, en jettant les yeux sur une carte des Pyrénées, que les eaux cou-

rantes les ont sillonnées du nord au sud & du sud au nord, & que de tous les torrens qui concourent à produire en France la Garonne & l'Adour, & à grossir l'Ebre en Espagne, il en est bien peu qui se dirigent de l'est à l'ouest, ou réciproquement. Or il seroit contraire à tous les principes de la saine physique de croire que les eaux eussent rompu des digues immenses & déchiré le sein des montagnes, plutôt que de suivre paisiblement jusqu'à la mer un lit vaste & préparé pour les recevoir.

Le Gave qui s'est dirigé vers le nord jusqu'à Lourde, & a semblé se précipiter vers la plaine par la voie la plus courte, se détourne tout-à-coup à son approche, en se repliant vers l'ouest, jusqu'à former un angle peu obtus; il fuit quelque tems la direction de la chaîne, puis s'en écarte obliquement, & va se joindre à l'Adour en traversant le Béarn, où il baigne les murs de sa capitale. On est d'abord porté à présumer que la rencontre de quelque masse pierreuse très-dure & difficile à entamer, a pu opposer au courant de ses eaux une digue capable d'en soutenir l'effort, & de les faire rejallir contre des roches latérales qui ont cédé à leur violence, & leur ont ouvert un lit plus facile; mais cette présomption est bien affoiblie, peut-être même détruite par deux consi-

K ij

dérations frappantes. L'une est que les dernières montagnes qui séparent le Gave de la plaine, ne sont composées que de matières feuilletées & de grands entassements de cailloux roulés ; que ces schistes paroissent même d'un tissu bien moins compacte & solide que ceux de l'intérieur des montagnes ; enfin que leurs feuillets sont pour la plupart dans des directions confuses, irrégulières, & semblent attester que leurs masses ont été bouleversées & arrachées du lieu de leur origine.

L'autre considération non moins puissante est que la plupart des autres torrens subissent de semblables détours à leur sortie des montagnes, & que cette irrégularité apparente dans le cours du Gave est presque l'effet d'une loi générale pour les eaux qui découlent des Pyrénées dans une direction perpendiculaire à celle de la chaîne. On peut en effet remarquer cette déviation aux gaves d'Osseau & de Pau, à la Neste d'Aure, à la Garonne, à l'Oriège & même à Laude, qui ne la subit qu'après son entière sortie des Corbières. Il seroit trop long de détailler ici les nombreuses observations qui peuvent conduire à déterminer la cause de ce phénomène, mais je ne puis m'empêcher de faire pressentir ce dont le développement exigeroit un autre Mémoire.

Les ruines amoncelées & la quantité de cailloux roulés qui forment ces digues naturelles, invitent sans doute à penser que ce sont les torrens eux-mêmes qui ont comblé leur lit & obstrué leur passage, mais on ne peut concevoir que cet effet ait pu avoir lieu que dans des tems très-reculés, & avant l'entière excavation des vallées. Peut-être paroîtra-t-il naturel d'imaginer que les masses ont été produites par le conflit des eaux qui se précipitoient des montagnes & des flots de la mer, lorsqu'elle recouvroit encore les plaines.

Ainsi celle de Tarbe que l'on traverse pour se rendre à Lourde, & qui semble placée à l'issue de la vallée du Gave, ne reçoit point les eaux, & malgré sa vaste étendue n'est arrosée par aucun des grands torrens des Pyrénées, c'est-à-dire, de ceux qui prennent leur source au centre de la chaîne & aux limites de l'Espagne. Cette plaine offre le contraste le plus frappant avec les rochers sauvages qui lui servent comme de rempart. Les eaux vives qui en descendent par plusieurs bouches conduites & divisées en mille canaux, portent la fécondité dans toute son étendue, y émaillent les prairies d'une verdure toujours fraîche, couvrent les sentiers & les bois d'un ombrage que le soleil ne pénètre point. Les villages y four-

K iij

millent, mais ils n'ôtent point à ce beau pays l'aspect riant & champêtre d'un jardin; on n'y voit point ces rues étroites & infectes, ces cavernes souterraines & ces maisons branlantes & entassées, qui font ressembler la plupart de nos villages à des prisons mal saines : ce sont plutôt des assemblages de chaumières & de maisons rustiques éparées sans confusion & mêlées de petits jardins, de groupes d'arbres & d'aires pour vanner le bled. Un ruisseau conduit par la nature ou amené par les soins de l'art, serpente au milieu de ces paisibles habitations, & la pointe de leurs rochers se perd dans les feuillages.

J'ai observé en plusieurs endroits de cette vaste plaine, que son sol est mêlé, même à une profondeur de plusieurs toises, d'une immense quantité de cailloux arrondis de granite & autres roches dures. Les eaux qui ont détaché ces roches des montagnes, ont entraîné avec elles les détrimens terreux des substances argilleuses & calcaires, & d'autres pierres d'un tissu peu compacte & friable. C'est à leur décomposition qu'est due la couche de terre dans laquelle sont entassés les cailloux qui ont résisté à l'action du tems & des élémens. On ne peut pas raisonnablement supposer que deux petites rivières, dont le lit ne passe jamais la largeur de 30 ou

40 toises, aient couvert uniformément de cailloux roulés une surface de plusieurs lieues de diamètre; il faut donc supposer que les eaux qui viennent des Pyrénées ont pu, à certaines époques, rouler également sur toute la plaine de Tarbes, ou que, lorsque la mer couvroit encore le sol de cette plaine, les vagues charrioient & dispersoient par-tout les fragmens des roches siliceuses, à mesure qu'ils arrivoient par les gorges des montagnes. Cette dernière opinion paroît la plus probable & plus conforme à la masse des observations géologiques. On est porté néanmoins à croire, d'après l'inspection des lieux, que les eaux y ont coulé autrefois divisées dans un plus grand nombre de courans. En effet on remarque dans ce sol pierreux des espèces de ravins ou plutôt de longs fillons qui ressemblent au lit abandonné de torrens qui n'existent plus. Un de ces fillons borde exactement la plaine, & la sépare des premières collines dont il suit les sinuosités.

Il n'est point naturel d'imaginer que ces fillons peu larges & peu profonds aient été tracés par des courans marins; il répugne sur-tout de penser que la mer, en heurtant contre ses bords, au lieu d'y entraîner les matières qu'elle déplace, & d'y former des attérissemens, ait creusé un canal sinueux à la manière des torrens & des

rivières. Au reste je suis bien éloigné de vouloir révoquer en doute le séjour des mers sur la terre habitée, que tant d'observations concourent à démontrer. Il m'a semblé au contraire reconnoître ici des indices de cet ancien séjour, & les attérissemens que je supposois tout-à-l'heure devoir exister, se présentent en effet : ils forment la première suite des collines qui s'élèvent de la plaine & en quelque sorte le premier gradin de ce vaste amphithéâtre des Pyrénées. Ces collines ne sont que des amas de cailloux entassés dans la terre végétale ; derrière elles s'élèvent d'autres monticules où la terre végétale recouvre des couches d'une ardoise, dont les feuilletts offrent dans leurs plans mille directions bisarres. A mesure qu'on s'enfonce dans les montagnes, on voit cette pierre perdre sa couleur noire & devenir friable ; plus loin elle prend la forme de couches, & est mêlée de schistes calcaires : autour de Lourde on voit, entre les feuilletts de ces schistes, des bancs de marbre de différentes nuances, qui toutes approchent du gris noirâtre, & qui réunissent quelquefois aux propriétés communes des pierres calcaires une dureté suffisante pour étinceler avec l'acier. Lourde est séparée du Gave par une vaste croupe de schiste calcaire où l'eau a laissé des empreintes profondes de son passage.

Ses bancs paroissent se diriger de l'est à l'ouest, & s'incliner un peu vers le sud. Cette roche est d'une couleur grise souvent voisine du noirâtre; elle est quelquefois mêlée de feuillettes d'une argile noire comme l'ardoise & onctueuse au toucher comme la stéatite. On a ouvert dans l'intérieur de ses couches une carrière de marbre fissile qu'on emploie à l'ornement & quelquefois à l'entière construction des maisons. Les premières montagnes sont, comme nous l'avons déjà annoncé, composées de schistes argilleux : celles du côté de l'est qui, quoique plus éloignées du Gave, montrent mieux à découvert leur composition par les débris & les escarpemens, sont surmontées de masses calcaires qui se prolongent ensuite jusqu'au fond de la vallée, & sont de nouveau remplacées par le roc argilleux. Dans cette alternative il est aisé de se convaincre que les substances argilleuses servent de bases aux calcaires; celles-ci forment la plupart des sommets : leurs éboulemens ont comblé plusieurs ravins & recouvrent le flanc des montagnes.

Je ne fatiguerai point le lecteur du dénombrement inutile de tous les bancs pierreux de ces substances qui se succèdent le long de la vallée, & prenant seulement le résultat de mes observations, je me bornerai à dire que depuis

Lourde jusqu'à Luz, les parois de la gorge sont alternativement composées de matières argilleuses & calcaires, quelquefois sous la forme de couches diversement inclinées, mais plus souvent fissiles, montrant des feuillets de différentes grandeurs & d'un tissu plus ou moins compacte. Ces schistes hétérogènes sont presque toujours entassés & superposés dans la même montagne; mais en plusieurs endroits un seul genre prédomine. Ainsi les pierres feuilletées sont plus généralement calcaires auprès d'Aisac, d'Argèles, de Viscos; argilleuses à Pierrefite, Soulon, Saligos & dans les hauteurs du vallon de Luz.

Quelques-uns de ces schistes argilleux plus durs & plus compactes que les autres, affectent une texture spathique qui donne à leurs masses tronquées des formes régulières, & les fait ressembler tantôt à des prismes à plans rhomboïdaux, tantôt à des cubes entassés disposés en gradins comme la roche que les Suédois appellent *trapp*. L'eau qui suinte à travers les joints de leurs feuillets, rompt les liens de leur union; elle dissout & entraîne les parties ferrugineuses qui y sont abondamment répandues: celles-ci sont réduites en ochre, dès qu'elles ont le contact de l'air, & colorent d'une teinte jaune l'eau qui les emporte dans son cours. La surface de ces schistes est aussi quelquefois recouverte d'ef-

florescence d'alun & de vitriol. Leur substance est souvent pénétrée de quartz & d'autres matières siliceuses, soit en rognons, soit en petites bandes, soit enfin en stalactites. L'espèce d'uniformité qui semble exister dans la composition de ces masses, ne se trouve nullement dans leur disposition; on chercheroit envain dans leurs couches une direction & une inclinaison générale & constante, on pourroit tout au plus hasarder à ce sujet de légères conjectures; mais si l'ordre primitif de ces montagnes est dérobé à l'œil de l'observateur, on trouve à chaque pas des indices certains, des marques évidentes de la manière dont il a été altéré ou détruit.

Je reconnus d'abord que les mêmes cailloux, les mêmes débris de marbre & d'ardoise qui couvroient le fond de la vallée, & que le Gave entraîne & remplace sans cesse, se trouvent aussi à plusieurs toises au-dessus de son niveau. Je voyois quelquefois les sédimens fluviatiles recouverts & ensevelis sous de grandes masses de pierre feuilletée adhérente à la montagne; levant ensuite les yeux, j'observai que de l'un ou de l'autre côté du torrent, les flancs des montagnes étoient souvent couverts & comme plaqués de semblables masses de schiste dont les couches & les feuilletés offroient toujours des directions contraires à celles des schistes

de même nature, auxquels ils étoient adossés. Les eaux du torrent, qui ont sans doute renversé ces couches sur elles-mêmes, y ont déposé des marques de leur passage; elles ont abandonné, engagé sous ces débris mêmes, à de grandes hauteurs, des blocs énormes de granit que le voyageur surpris voit pendre sur sa tête; de pareils blocs arrondis & usés couvrent le fond de la vallée, & opposent quelquefois au torrent une digue qui le fait jaillir & retomber en écume; enfin j'ai suivi les traces de ce courant aux différentes hauteurs des parois du canal où il coule aujourd'hui à plusieurs centaines de toises de profondeur. Il a dû les parcourir toutes successivement en creusant & retrécissant son lit & augmentant sa vitesse.

Les crêtes des sommités qui forment les bords les plus élevés de la gorge, sont escarpées dans la direction du courant. J'ai aperçu quelquefois des portions de montagnes séparées de la crête ou du sommet principal, & dont les eaux semblent en avoir fait des espèces d'îles, en creusant autour d'elles un fossé profond, où l'on voit fort bien les angles saillans de l'île correspondre aux angles rentrans de la montagne: au reste la vallée n'a pas sans doute conservé toujours la forme d'un canal évasé, & la position de ces couches

schisteuses repliées sur la montagne indique qu'elles ont dû long-tems demeurer en sur-plomb, & enfin se détacher autant par leur propre pesanteur que par l'action destructive des élémens. M. de Saussure a remarqué dans les Alpes des bancs verticaux adossés aux escarpemens de la plupart des montagnes à couches horizontales ou peu inclinées à l'horison ; mais il les regarde comme le produit de nouveaux sédimens déposés contre le flanc de ces montagnes. C'est cette assertion que M.^r de Buffon a si vivement reprochée au célèbre voyageur des Alpes, & on ne peut guère en effet se familiariser avec l'idée d'un dépôt successif & régulier, qui s'est formé sur un plan presque perpendiculaire à l'horison.

Dans la partie de la vallée où s'observent ces phénomènes, on marche toujours entre deux montagnes resserrées dont les nuages dérobent souvent les cîmes, mais par-tout où les eaux de quelque torrent considérable viennent se réunir à celles du Gave, il s'est formé un bassin d'une étendue moyenne, qui ne fut d'abord vraisemblablement qu'une grande mare d'eau semblable à ces lacs qui existent encore dans le sein des Pyrénées & des Alpes. Ainsi on voit, à une lieue avant Argelès, les montagnes s'écarter, se replier en un vaste circuit,

& entourer, comme d'une muraille stérile & ruineuse, des prairies arrosées par mille canaux & par le brouillard des cascades; des côteaux, où l'on voit s'élever, parmi les vergers & les bois, des villages ornés de marbre, des châteaux majestueux & les délicieuses habitations de quelques moines fortunés.

Le penchant qui borde ce vallon du côté de l'est, n'est creusé que par quelques ravins très-inclinés, dont les eaux se précipitent en écume & disparaissent, avant d'arriver au bas de la montagne, sous l'ombre des bois & d'une foule d'habitations rustiques : mais le penchant de l'ouest, plus profondément excavé par les torrens, présente les issues de trois autres vallées, dont les deux principales vont prendre leur origine aux limites de l'Espagne; l'autre, plus voisine de la plaine, est à-peu-près dirigée de l'est à l'ouest. Elle s'appelle *Estrem de Sales*, & joint ses eaux à celles du Gave un peu au-delà de l'extrémité intérieure de ce grand bassin qu'elle a concouru à former. C'est au centre du bassin, auprès du village d'Argelès, que le Gave d'Azun arrive avec fracas, & c'est à son extrémité supérieure que le Gave de Cautères s'y précipite en sortant d'une gorge dont l'aspect frappe d'étonnement & d'horreur. Le cours de ces deux Gaves est auprès de leur embou-

chure oblique à celui du Gave principal ; mais ils se replient ensuite vers le centre de la chaîne & deviennent presque parallèles. Auprès de Luz se découvre un autre bassin où se joignent les eaux du Gave à celles du torrent de la Lise qui n'a creusé qu'un ravin, & à celles du Bastan qui descend d'un vallon très-évasé dans la direction de l'est à l'ouest, où se trouvent les eaux minérales de Barèges. Ce nouveau bassin n'offre que le spectacle d'une vaste prairie bordée de montagnes prodigieuses. Je n'entreprendrai point de rien ajouter ici touchant ces diverses branches de la vallée du Gave Béarnois ; chacune d'elles exigeroit une description détaillée, soit à cause de son étendue, soit à cause de la variété de ses phénomènes.

De Luz à Gavarnie le Gave se trouve de nouveau resserré dans une gorge étroite où les montagnes paroissent encore s'élever & les abîmes s'enfoncer ; ses eaux ne coulent plus qu'en cascades bruyantes, & quelquefois le voyageur, qui les voit écumer sous ses pieds du haut du sentier tracé sur la montagne, entend à peine un murmure lointain. On y remarque de nouveau les phénomènes, décrits ci-devant, des pierres feuilletées renversées de leur première direction, des bancs entiers courbés & brisés dans leur chute, des débris granitiques arrondis

par les eaux, déposés à de très-grandes hauteurs dans le fond des ravins où le courant n'existe plus. Jusqu'au bassin de Luz les roches des montagnes ont montré un tissu feuilleté & se sont succédées en grandes masses, dont les unes de nature argilleuse ont paru toujours servir de base à celles dont la substance est calcaire; mais dans le vallon qui conduit à Gavarnie, tout cet ordre est renversé, & les montagnes changent de face aux yeux du minéralogiste : il y voit avec surprise, dès l'entrée, des masses énormes toutes composées de bancs alternatifs de schiste argilleux & de schiste calcaire. Ces bancs qui ne sont pas disposés dans une parfaite régularité, & dont la direction & l'inclinaison varient quelquefois, n'ont jamais moins d'une toise d'épaisseur. C'est sur-tout au passage de l'Echelle qu'on peut observer aisément leur étrange alternative, qui y est répétée cinq ou six fois; ils forment la base & la substance de la montagne de Bergons située au confluent de la Lise & du Gave, laquelle ne présente vers l'ouest que des rochers escarpés & des forêts presque inaccessibles, & dont le penchant vers l'est plus doucement incliné est recouvert jusqu'au sommet d'une belle pelouse verte toute semée de petits bouquets de fleurs rouges & bleues, dont l'odeur est très-suave. Ce som-

met

met peu vifité des curieux est pourtant le plus voifin des habitations les plus fréquentées, le plus facile à atteindre fans descendre de cheval, &, j'ofe dire, celui dont le fpedacle offre le plus d'objets pittoresques, de contrastes frappans & de formes extraordinaires. Quoique la verdure recouvre entièrement cette montagne fur les penchans de l'eft, du fud & même du nord, il eft aifé de fe convaincre, foit dans les ravins, foit dans les éboulemens, que les matières calcaires & argilleufes font répandues dans toute fa maffe, & qu'elle renferme auffi beaucoup de blocs quartzeux & filiceux. On obferve dans fes racines les plus profondes, à l'entrée de la gorge & auprès de Luz, une roche très-compaéte, dont la caffure présente une couleur verte un peu terne, & dont la furface polie paroît tachetée comme la peau d'un ferpent; elle eft en tout point semblable à celle qui compofe une grande partie des montagnes de la vallée d'Aspe, & que M. Palaffau a désignée par le nom d'ophite. Sa nature & fes propriétés font celles de la roche de corne, les qualités extérieures font celles de la serpentine (a).

(a) Je dois rappeler ici ce que j'ai remarqué au fujet de cette roche dans des notes fur un voyage de Béarn.

Le quartz & la stéatite sont très-abondamment répandus, quoiqu'en très-petites masses, dans la montagne de Bergons; ils s'y trouvent en noyaux aplatis & en veines courtes & irrégulières; ces roches y sont toujours mêlées & se présentent sous des formes qui varient suivant le degré de leur altération. C'est sur-tout ce qu'on peut observer à la carrière de Riou-Maou. Les bants de pierre calcaire schisteuse qu'on y exploite pour les calciner, portent sur

On a donné le nom de serpentine à toutes les roches dont le tissu poli ressemble à la peau tachetée d'un serpent, & on est tombé dans l'inconvénient de toutes les nomenclatures fondées sur les apparences extérieures des corps, celui de confondre des substances de nature & de composition différentes. Il y a en effet trois espèces de serpentines bien distinctes : l'une est un vrai porphyre à base de jaspe. Telles sont les serpentines vertes & noires antiques (voyez Ferber, Lettres sur la Minéralogie, page 337). C'est aux serpentines phorphyres qu'on donne communément le nom d'Ophite (voyez les nomenclatures de M. Bucquet, Fourcroy, Mongès & autres). La pierre ollaire ou stéatite dure forme la base de la seconde espèce, & peut-être n'est-elle jamais entièrement absente des deux autres : aussi presque tous les nomenclateurs ont-ils mis la serpentine dans la classe des ollaires & stéatites. Enfin la troisième espèce est presque entièrement de la nature du trapp & de la roche de corne spathique ou horn-blende, & c'est de cette dernière qu'il est ici question.

cette roche de corne verte qui se rapproche si fort de la nature de la stéatite. La substance de cette pierre a pénétré les parties calcaires qui en sont les plus voisines, & celles-ci imprégnées d'un suc verdâtre exhalent l'odeur de la roche de corne. Tous les bancs supérieurs sont interrompus par des nœuds de quartz & de substances vertes de nature argilleuse & magnésienne, qui offrent tantôt une cassure grenue avec tous les degrés de mollesse & de dureté, & tantôt le tissu spathique de la horn-blende, ou la forme feuilletée & le poli onctueux de l'argile savonneuse. La plus verte, la plus pure de toutes vient en efflorescence sur des masses de spath calcaire rhomboïdal entrelacé de cristaux de quartz : dans cet état elle ressemble parfaitement à cette terre verte qui incruste souvent les cristaux de roche, & se mêle dans les lames rectangulaires du schorl blanc ou les filets de l'amianthe. Quelques-uns lui ont donné le nom de terre micacée ou scorlacée, quoiqu'elle se produise sur des roches où l'on ne voit pas un atôme de schorl ou de micr. Elle se trouve plus communément sur les roches mêlées de stéatite dure où cette substance verdâtre paroît se décomposer & perdre son tissu compacte & luisant.

. Les fissures remplies de cette stéatite pulvé-

L ij

rulete renferment, parmi les cristaux de quartz & de spath calcaire, d'autres cristaux très-petits dont la forme approche beaucoup de celle d'un parallépipède, quoiqu'elle soit en'effet une portion de prisme octogone coupé en angles droits. Ils se comportent aux épreuves chimiques comme les zéolithes qui n'ont point la propriété d'être réduites en gelée par l'acide nitreux.

Enfin les bancs intérieurs de l'excavation de Riou-Maou contiennent des grains & des rognons épars de nikel. Plusieurs fragmens que le pic a détachés, & qui sont restés exposés à l'air, après avoir servi à la construction du four à chaux, se sont recouverts de belles efflorescences cobaltiques rouges, bleues & violettes.

Les montagnes qui sont de l'autre côté du Gave, & qui le séparent de celui de Cautères, s'élèvent à une hauteur prodigieuse, & montrent sur leurs sommets le granit à découvert, mais leur croupe est flanquée de substances argilleuses & calcaires où les sapins ont trouvé l'aliment nécessaire à leur végétation. Celle d'où jaillissent les eaux minérales de Saint-Sauveur, porte le nom de Pic de Lase. La petite butte sur laquelle est bâti le hameau des bains, est aussi composée de bancs alternatifs de pierre calcaire noirâtre, très-fissile & d'argile feuilletée.

Ces matériaux qui se rapprochent si fort de ceux de la montagne de Bergons par leur nature & leur disposition réciproque, affectent une direction toute contraire, & leur position presque verticale peut faire soupçonner qu'ils ont été arrachés des flancs de cette montagne. L'un des bancs argilleux est entièrement composé d'une stéatite très-douce au toucher, dont les feuillet^s sont interromp^ts par des nœuds de quartz & de roche verte, & parsemés d'efflorescences ferrugineuses & de grains pyriteux. On fait, depuis les travaux les plus modernes de la chimie, comment un éburant d'eau, passant à travers ces substances, peut s'impregner d'un fluide aëriiforme composé de gaz hydrogène & de soufre; lequel est dû à la décomposition d'une portion de l'eau & des pyrites qui fermentent ensemble. Telle est sans doute l'origine des eaux hépatiques de Saint-Sauveur qui ne contiennent qu'une dose insensible de principes fixes, & dont la température est 23^o du thermomètre françois.

Au-dessus de Bergons & des masses qui lui sont parallèles, les substances calcaires ne se montrent guère plus en grandes masses que sur les sommets; d'où leurs débris descendent jusqu'au Gave; les argilleuses prennent insensiblement un caractère plus pierreux, & sont

L iij

ensuite remplacées par des roches de nature siliceuse, dont les variétés suivent toutes les nuances qu'on observe entre la roche de corne & le péro-silex. On n'y voit plus s'alterner ces bancs entiers de schiste hétérogène, mais les mélanges en petites masses y sont multipliés à l'infini, & c'est là sur-tout que la nature semble avoir voulu se jouer des naturalistes, en amalgamant ensemble les substances qu'ils ont le plus soigneusement distinguées sous les noms hypothétiques de substances primitives, secondaires, tertiaires. Au pont de l'Artigue, la roche de corne mêlée de stéatite & étincelant avec l'acier, est recouverte d'incrustations spathiques qui ont tellement pris sa couleur & pénétré sa substance, qu'on ne peut distinguer la ligne qui sépare ces deux pierres de nature si différentes. On trouve auprès de Trimbarville des blocs de roche siliceuse, où le quartz est traversé de cristaux de spath calcaire & de feuillets argilleux; auprès de Scio le torrent qui descend du lac de Lithouèse roule des fragments où le marbre est enfermé dans la roche de corne verte; on voit, dans le lit de la rivière jusqu'à Gavarnie, des cailloux où la roche de corne, la stéatite feuilletée, le quartz & le spath se croisent & se pénètrent mutuellement. Au près de Gèdre & de Gavarnie la roche granitique

se montre encaissée entre des bancs de marbre grossier, & serpente quelquefois à travers leurs substances en ondes irrégulières.

Au mont de Brada la roche de corne forme la base d'un porphyre noir très-singulier, que M. de la Peyrouse a décrit avec beaucoup d'exactitude.

A Gèdre le Gave reçoit les eaux de Héas, lieu devenu célèbre & enrichi par la dévotion espagnole. A peine a-t-on passé le torrent, que le granit commence à paroître. Le Gave roule ses eaux sur cette base qu'il entame difficilement : aussi son lit est-il plus large & la gorge moins profonde : le granit se montre d'abord enterré sous de grandes montagnes calcaires, Du côté de l'ouest il est presque toujours recouvert de ces masses qu'on distingue de loin à leur teinte grise & blanchâtre mêlée de sillons d'un rouge peu foncé. A l'est les montagnes calcaires laissent le granit à découvert, & lui demeurent comme adossées. Celles qui leur succèdent offrent des marques effrayantes de décrépitude ; leurs crêtes sont démantelées, & leurs flancs sont léfardés & hérissés de rochers suspendus. Le fond de la vallée semble enseveli sous les débris de cette montagne à demi écroulée. On trouve, parmi les ruines, des blocs de plusieurs milliers de pieds cubes. Le Gave les couvre quelquefois

de ses eaux, se précipite dans les intervalles qu'ils laissent entr'eux, & tenait comme sous une voûte asséchée. Plusieurs de ces lambeaux affectent sur leurs plans la forme de parallélogrammes & de rectangles; mais ceux que l'on voit encore attachés au corps de la montagne, sont pour la plupart pyramidaux, & la crête est formée d'une suite de ces pyramides granitiques. Toutefois on ne peut pas se refuser à voir que le granit est ici disposé en couches très-distinctes qui paroissent surmontées, dans quelques points des sommets, de bancs calcaires. La direction de ces couches granitiques n'est pas constante dans toute la masse; elles semblent s'incliner vers le sud-ouest du côté de Gavarnie, & vers le nord-est du côté de Gèdre. Quoique leur substance soit mêlée de plusieurs roches hétérogènes, elle est généralement composée de quartz, de feldspath & de mica; mais ces deux substances y sont dans un état frappant de décomposition, & semblent quelquefois réduites en chaux de fer.

Au-delà de leurs débris, dont l'amas est désigné par les montagnards sous le nom de *Peyrède* & sous celui de *Caños* par les gens du monde, le granit est de nouveau surmonté de substances calcaires. Il sert de base aux pics coniques de Caumelié & de Piméné. Cette base

forme elle-même une vaste montagne qu'on appelle *Allans* ; ses roches, d'un granit ferrugineux & sombre, sont entourées d'une couronne blanchâtre & calcaire, où végètent quelques sapins épars : *Gavarnie* est à ses pieds.

C'est à une légère distance de ce village, que se termine la vallée du Gave Béarnois, ou plutôt qu'elle prend naissance avec le torrent qui l'a formée. On apperçoit de loin les vastes sommets & les champs élevés de neige & de glace d'où les eaux se précipitent ; on reconnoît ensuite qu'ils ne forment qu'une montagne ou plutôt une masse énorme par sa hauteur & son volume, composée d'une même matière, & qui, placée sur une base vers laquelle on n'a cessé de monter pendant l'espace de dix lieues, s'élève tout-à-coup de sept à huit cens toises, & domine au loin toutes les montagnes qui l'entourent. Les différens sommets dont elle est couronnée se présentent sous mille formes bizarres ; ce sont des pyramides irrégulières & de vastes cylindres, ou des cones tronqués près de leur base, qui ressemblent assez à des tours éciaffées. Les crêtes qui sont formées du prolongement de ces sommets, sont autant de murailles inaccessibles bordées d'un long tas de ruines ou d'un large fossé de neige glacée, & quelquefois interrompues par des brèches profondes.

On ne peut appercevoir tous ces objets du fond de la vallée, & il faut s'élever sur quelque hauteur voisine, telle que le sommet de Bergons ou celui de Pimené, pour embrasser toutes les parties de ce vaste tableau. En remontant vers les sources du Gave qui en occupent le centre, on pénètre par une coupure peu profonde dans une prairie de forme ovale assez régulière bordée à l'est & à l'ouest par des hauteurs plantées de sapins & de hêtres, & au sud par un amas de rochers écroulés & par les sommets que je viens de décrire. Le Gave y serpente sur un lit de sable & de cailloux, & reçoit les eaux qui descendent, en écumant, des hauteurs voisines; il se fraie un chemin vers cette prairie parmi les débris entassés qui la bornent au sud, & qui la séparent d'un autre bassin non moins vaste, où le torrent commence son cours, & où la montagne s'élève tout autour en un rempart inaccessible.

On peut prendre une idée légère & imparfaite de cette majestueuse enceinte, en se la figurant comme un amphithéâtre moins remarquable par la vaste étendue de son arène que par la hauteur prodigieuse de ses murs qui, par-tout bordés de parties saillantes, d'échancrures profondes, & hérissés de rochers dont la ruine est prochaine, se sont entièrement écrou-

lés du côté du nord ; elle est couronnée vers le sud par deux sommets cylindriques recouverts d'une croûte épaisse de neige durcie, & que leur forme a fait nommer tours de marbre. Au-dessous se succèdent, en forme de gradins, de vastes plattebandes d'une neige qui ne disparoît jamais, & qui ne cesse point de se fondre insensiblement. Les eaux produites par cette stillation continuelle se divisent en sept ou huit petits torrens qui naissent sous ces lits de glace, & roulent sur le penchant rapide de la montagne ou jaillissent en cascades, quand elle se trouve coupée à pic. L'un de ces torrens venant du côté de l'est, & dont le volume surpasse celui de tous les autres ensemble, se précipite du haut d'un rocher qui s'avance en saillie & tombe avec un bruit horrible à plus de 1200 pieds de profondeur. Ses eaux, divisées dans les airs & réduites comme en poussière, forment autour de la cascade un brouillard suspendu qui dérobe aux yeux du spectateur tout son volume & la vitesse de sa chute. L'arête où se réunissent toutes ces eaux & où commence le Gave, est de forme irrégulière ; sa surface inégale offre tantôt de grands plateaux de neige, des blocs de rochers égroulés & d'autres débris atténués & réduits à l'état terreux où végètent de belles plantes que le soleil éclaire à peine. Le Gave, en

tombant sur les amas de neige, y a creusé un gouffre au fond duquel le soleil avant son déclin peint le cercle coloré de l'iris. Les eaux disparaissent sous la neige & renaissent ensuite comme sous un pont étroit ou sous la voûte d'un aqueduc; elles serpentent, se replient à travers les ruines amoncelées, & surmontent les obstacles qui s'opposent à leur sortie.

Si l'aspect magnifique & la beauté sauvage de cette enceinte sont difficiles à représenter, sa structure n'en est pas moins facile à saisir; & dans ce lieu qui semble fait pour le tourment du peintre de la nature, elle se découvre sans peine aux yeux de l'observateur & de l'historien. « La grande enceinte de la cascade de » Gavarnie, dit M. d'Arcet, fut un lac autre- » fois : l'aspect des lieux fait naître naturelle- » ment cette idée. Dans la suite les rochers qui » la fermoient sur le devant, s'étant détruits, » les eaux se sont écoulées & perdues ».

On ne peut se refuser à croire avec M. d'Arcet que l'enceinte des cascades de marbre n'ait été autrefois un lac. Le nombre & l'étendue de ces amas d'eau diminuent tous les jours dans les Pyrénées comme dans tout pays de montagnes; les eaux qui viennent s'y rendre en exhausent le fond par les cailloux & les débris terreux qu'elles y entraînent, & celles qui s'é-

coulent en abaissent le niveau, en creusant insensiblement le canal par lequel elles sortent. Ainsi la marche lente & progressive de la nature sans l'intermède des accidens & des révolutions, suffit pour combler ces vastes creux où les eaux se sont amassées, ou pour ouvrir des issues qui ne leur permettent plus d'y séjourner. Le nombre de ces lacs abandonnés & perdus n'est guère au-dessous de celui des lacs encore existans. Les naturels du pays ont appris eux-mêmes à distinguer ces monumens naturels; ils ont fait leur structure semblable à celle d'un vaisseau évassé & coupé dans ses parois d'une ou de plusieurs entailles profondes, & les ont tous désignés par le mot *oule* qui dérive du mot latin *olla* & signifie chez eux marmite; comparaison aussi juste que peu noble & bien digne de ces observateurs froids, mais exacts, également dépourvus de prévention & d'enthousiasme. Ces *oules* se trouvent souvent placées aux extrémités supérieures des vallées, à l'origine des torrens qui les remplissoient autrefois. En effet, ceux-ci naissent communément sous quelque vaste amas de neige, ou s'écoulent d'un réservoir qui rassemble les eaux des hauteurs voisines. Le nombre de ces lacs augmente à mesure qu'on s'élève & c'est une observation générale, que ceux des vallées sont pour la plupart comblés

ou perdus , & que ceux des montagnes , sur-tout de celles de granit , sont presque tous conservés. J'ai dit précédemment , d'après l'observation de M. d'Arcet , que l'enceinte des cascades présentoit la forme d'un réservoir entr'ouvert & épuisé , & qu'elle étoit précédée d'un autre bassin dont l'aspect est moins sauvage & la forme plus régulière. Tout porte à penser que celui-ci a été aussi long-tems rempli d'eau , ou plutôt il résulte d'un examen détaillé de ces lieux , que les deux bassins ne faisoient autrefois qu'un seul & immense réservoir , où les eaux étoient retenues à deux ou trois cens toises d'élevation au-dessus du sol où elles coulent aujourd'hui. Les rochers qui séparent le premier bassin de l'enceinte des cascades , ne sont , comme je l'ai déjà remarqué , qu'un vaste amas de débris ; mais ces débris ne ressemblent point à ceux d'une muraille renversée sur elle-même , ou d'une digue rompue par l'effort des eaux. Il est au contraire aisé de se convaincre qu'ils ont été détachés de cette partie de la montagne qui borde l'enceinte du côté de l'est , & sur laquelle sont les sommets les plus élevés de toute cette masse. On voit encore sur ses flancs déchirés pendre d'énormes quartiers de roche prêts à s'érouler. Ceux qui sont déjà tombés ont demeuré entassés les uns sur les autres. L'amas qu'ils ont formé est adossé

à la montagne dont ils faisoient jadis partie, & s'incline jusqu'aux parois opposées de l'enceinte. Le torrent qui la traverse se trouve ainsi rejeté du côté de l'ouest, & le lit qu'il a creusé suit les contours de cet amas de débris. Un tems a donc existé auquel les deux enceintes dont j'ai parlé, étant remplies d'eau, ne formoient qu'un seul lac vaste & profond; & peut-être la même révolution qui les a séparées a-t-elle changé tout-à-fait leur forme & causé l'entière dispersion de leurs eaux; car si l'on considère que l'enceinte du bassin de la prairie est entièrement détruite du côté du nord & de la vallée, on doit se convaincre que les eaux ne l'ont point corrodée lentement, mais qu'elles l'ont entr'ouverte & emportée par un effort violent & subit. Or à quelle cause peut-on mieux attribuer le mouvement rapide & le choc qui dut les agiter, qu'à la chute instantanée de plusieurs milliers de masses cubes de rocher. Je me représente alors ce lac paisible & élevé changé en une mer courroucée, ses eaux bouleversées jusqu'au fond de ses abîmes jaillir au-dessus des sommets voisins, & retombant sur elles-mêmes ébranler de leur poids & de leur chute la barrière qui les retenoit, cette barrière trop foible enfin renversée & ses débris transportés au loin.

M. d'Arcet, dans son discours sur les Pyrénées, a présagé la même révolution pour le lac d'Escoubons le plus considérable de ceux qui dominent les bains de Barèges, & on ne peut douter que si quelque éboulement considérable vient hâter & accroître l'effet de cette débâcle inévitable, ces régions élevées subiront un nouveau déluge dont les hommes & les troupeaux seront la victime, qui ensevelira plusieurs villages, & inondera les tanières des bêtes fauves.

Je n'entamerai point ici la description détaillée de la montagne de Marboré d'où tombent les cascades de Gavarnie. J'ai plusieurs fois tenté en vain de parvenir à ses sommets, & en sortant des montagnes j'ai toujours emporté le desir & l'espérance de remplir un jour cette tâche pénible & instructive. C'est ici vraiment le Mont-blanc des Pyrénées; ses bancs s'ouvrent de tous côtés en immenses ravins & en vallées profondes, & ses sommets surpassent en hauteur tous ceux de la chaîne. Le peintre gracieux de la Suisse, le commentateur & l'émule de Coxe, M. Ramond, que j'ai eu le bonheur de rencontrer dans ces magnifiques déserts des Pyrénées, a observé, dans les régions moyennes des monts Marborés des glaces qui ont le tissu compacte & l'aspect bleuâtre de celles des Alpes. Cette masse est pourtant toute calcaire depuis ses racines jus-

qu'aux

qu'aux crêtes dont elle est couronnée. Les observations que j'ai faites dans la vallée d'Estaubé, & que celles de M. Ramond tendent à confirmer, m'ont appris que les bancs, dont la section vers la France paroît horizontale, s'inclinent vers l'Espagne d'environ 45 degrés. Dans le circuit que j'ai suivi de toute la partie de cette masse calcaire qui appartient à la France, j'ai observé qu'elle repose ou sur le granit, ou sur le schiste argilleux, ou enfin sur les roches siliceuses intermédiaires.

Quant à sa hauteur, elle a été suffisamment déterminée par les observations que M. Vidal & moi avons faites l'été dernier à la suite d'un grand nivellement que nous avons entrepris pour étudier de nouveau la théorie des dilatations de l'atmosphère, & pour offrir aux observateurs une des plus hautes & des plus accessibles montagnes de l'Europe divisée en espaces verticaux mesurés rigoureusement.

Trois observations trigonométriques faites à des stations différentes, & qui se rapportent à moins d'une toise près, indiquent 51 toises pour la hauteur du mont Perdu, sommité la plus élevée de Marboré au-dessus du Pic de Midy de Bigorre. De pareilles observations faites auprès de Toulouse avec des instrumens bien plus parfaits, déterminent la hauteur de ce dernier à

Tome XIII.

M

60 toises au-dessus du Canigou & par conséquent à 1500 ou 1510 toises au-dessus de la mer. La hauteur absolue du mont Perdu est donc de 1750 à 1760 toises, d'où je n'hésiterai pas à conclure qu'aucun sommet des Pyrénées ne s'élève à 1800; car de nombreuses observations faites sur le Pic de Midi nous ont prouvé qu'il n'y a point de sommet qui ne soit au-dessous du mont Perdu depuis l'Océan jusqu'au pays de Foix, & les travaux des académiciens qui ont tracé la méridienne, ne laissent guère douter qu'il n'en soit de même depuis le pays de Foix jusqu'à la Méditerranée.

SUR LA NUTRITION DES VÉGÉTAUX,

PREMIER MÉMOIRE;

Par J. H. HASSENFRAZ (a).

UN grand nombre d'expériences faites par MM. Van-Helmont, Duhamel, Tillet & plusieurs autres physiciens, ont fait présumer que les végétaux croissoient & se développoient par

(a) Extrait d'un Mémoire lu à l'académie des sciences de Paris, en février 1792.

le seul concours de l'air & de l'eau, & que ces deux substances pouvoient suffire à la nutrition des plantes.

Comme cette conclusion paroîtroit réduire les fumiers aux seuls effets, de retenir l'humidité nécessaire à la végétation, de produire un peu de chaleur pour aider le développement des plantes, & de diviser la terre pour permettre aux racines de s'étendre avec plus de facilité, j'ai cru devoir examiner de nouveau les expériences de ces physiciens, afin de m'assurer si réellement l'air & l'eau suffisoient à l'accroissement des plantes, & si les fumiers se réduisoient à ces seuls effets.

J'observerai d'abord que les plantes en général sont composées de carbone, d'huile, d'eau, d'acide & de cendre. Comme la cendre n'est qu'une très-petite partie du poids des végétaux, nous pouvons en faire abstraction pour un instant, & ne considérer que les substances principales qui contribuent le plus à leur accroissement. L'eau, le carbone, l'huile & l'acide étant composés de carbone, d'hydrogène & d'oxygène, les substances principales qui constituent les plantes, sont de l'eau, du carbone, de l'hydrogène & de l'oxygène.

Cela posé, comme le carbone, l'eau, l'hydrogène & l'oxygène sont les composans principaux

M ij

des plantes, & que l'analyse d'un grand nombre de substances végétales a fait voir que les proportions de ces substances différoient dans chaque végétal, il seroit possible qu'il y eût des circonstances où l'accroissement des végétaux soit le résultat de la combinaison d'une seule, de deux, de trois ou de quatre substances réunies, & qu'il pourroit par conséquent arriver que le développement & l'accroissement des plantes dans l'eau & dans l'air ne fût que le résultat du carbone contenu dans l'élément de la plante, transporté dans toutes les parties de la plante par l'eau, sucé par les racines, & que ce carbone fût combiné avec une portion de cette eau, de l'hydrogène & de l'oxigène provenant de la décomposition d'une autre portion d'eau, & de-là que l'accroissement de la plante ne fût qu'une augmentation d'eau, d'hydrogène & d'oxigène.

Plein de cette idée, j'ai examiné avec plus d'attention les expériences de MM. Van-Helmont, Duhamel & Tillet, afin de m'assurer s'il étoit possible de déterminer la nature des substances qui ont contribué à l'accroissement de leur végétation.

L'expérience de Van-Helmont si célèbre par sa publicité est celle d'une branche de saule plantée dans une caisse de terre, qui s'est accrue de 60 livres après plusieurs années de végéta-

tion , sans que le poids de la terre ait sensiblement diminué.

Comme Van-Helmont n'a point donné d'analyse comparée des proportions de carbone , d'eau , d'hydrogène & d'oxigène , dans son saule augmenté de 60 livres , aux quantités que sa branche contenoit avant de l'avoir plantée , il est impossible d'en conclure si la cause de l'augmentation du poids est de l'eau & de l'hydrogène , ou du carbone , de l'eau & de l'hydrogène.

Dans le grand nombre des expériences faites par M. Duhamel sur le développement des plantes dans l'eau & dans l'air , je n'examinerai que celle du chêne qui a crû dans l'eau seule pendant huit années consécutives , parce que c'est la plus faillante.

M. Duhamel dit dans son mémoire sur les plantes que l'on peut élever dans l'eau , imprimé parmi les mémoires de l'académie des sciences pour l'année 1748 : « J'ai un chêne qui est » depuis huit ans dans l'eau ; il produit tous les » printems de belles feuilles : je dois néanmoins prévenir qu'il n'y a point d'apparence » que cet arbre puisse , avec tous les soins » possibles , faire jamais un grand chêne ; car » quoiqu'il ait profité les deux premières années mieux que s'il eût été planté dans une » bonne terre , qu'il ait encore fait la troisième

M iij .

» année d'affez belles productions, & que de-
 » puis ce tems il se garnisse de belles feuilles,
 » les poussees qu'il fait depuis deux ans sont
 » peu considérables, de sorte qu'il semble di-
 » minuer tous les ans de vigueur ».

On voit, d'après cette description de la végétation du chêne dans l'eau, qu'il seroit très-possible que le développement de cette plante se fût fait par la transportation du carbone du gland dans toutes les parties de la plante développée, & que son accroissement fût produit par de l'eau & de l'hydrogène.

Ce qui paroît confirmer cette possibilité est l'analyse comparée que M. Duhamel a faite des arbres élevés dans l'eau à ceux de même âge élevés dans la terre. Tous ces arbres lui ont donné à la distillation les mêmes principes, mais il ajoute : « Je ne puis rien établir sur la quantité de ces produits, parce que les arbres élevés dans l'eau m'ont fourni trop peu de matières pour m'être proposé une telle précision ».

Ainsi il paroît clair que l'on ne peut point conclure des expériences de M. Duhamel si la végétation des plantes dans l'eau est occasionnée par de l'eau seule, par de l'eau & de l'hydrogène, par de l'eau, de l'hydrogène & du carbone.

On trouve, dans le recueil des mémoires

de l'académie des sciences pour l'année 1772, un mémoire de M. Tillet qui renferme quarante-quatre expériences faites sur des graines semées dans différens mélanges de terres. Ces terres étoient de l'argile à potier de Gentilly, du sable de rivière, des retailles de pierres des environs de Paris, des retailles de pierres connues sous le nom de Saint-Leu, des décombres de bâtimens, de la marne, du sablon d'Etampes, différentes terres végétales, & par fois du fumier.

Quelques-unes de ces terres, comme le sablon, ont été employées seules, mais le plus souvent elles étoient mêlées.

Quelle que fût la composition des terres, qu'elles fussent seules ou mêlées, M. Tillet est parvenu à faire produire des graines aux grains de bleds qu'il a semés ; ces bleds ont été ressemés de nouveau ; ils ont produit de nouvelles graines, & cela pendant trois années consécutives.

La variation dans la beauté & la multiplicité des épis dans chaque mélange a paru dépendre de la quantité de pluie qui est tombée pendant leur développement.

Les expériences qui ont paru les plus failantes & les plus conformes à la théorie qui suppose que l'eau & l'air sont les seules substances nécessaires à la nutrition des plantes,

M iv

sont la vingt-cinquième avec du vieux plâtre feul, la vingt sixième avec du sablon d'Étampes pur, la vingt septième avec du sable de rivière pur, la vingt huitième avec des retailles de pierres : les grains, semés dans chacune de ces terres séparées, ont produit de beaux épis & de beaux grains qui, ayant été resemés de nouveau, ont encore produit de beaux épis & de nouveaux grains, & cela pendant trois années consécutives. Or, comme il est extrêmement probable que chaque grain reproduit doit contenir à-peu-près les mêmes proportions de composans que le grain primitif, conséquemment la même proportion de carbone, & que chaque grain a produit une grande quantité d'autres grains, il paroît clair que la végétation qui a eu lieu dans ces circonstances a augmenté la quantité de carbone, & que si l'air & l'eau étoient les deux seules substances que les végétaux aient employées pour leur nourriture, il s'en suivroit que l'air & l'eau seuls pourroient fournir le carbone qui est partie constituante de l'accroissement complet des plantes.

Voilà donc enfin quatre expériences qui paroissent confirmer la théorie de la seule nécessité de l'eau & de l'air pour la nutrition des végétaux.

J'ai répété les expériences de M. Tillet, afin de confirmer ses résultats & chercher ensuite, par d'autres expériences qui m'étoient particulières, si l'accroissement du carbone dans les plantes étoit fourni par l'air ou par l'eau seule.

J'ai lavé à plusieurs eaux du sable de rivière, du grès pilé, du verre pilé très-fin; j'en ai rempli aux trois quarts des bocaux de verre; j'ai imbibé d'eau ces trois espèces de terres; j'y ai semé du bled, des haricots, du cresson, & j'ai eu le déplaisir de voir que mes plantes se développèrent infiniment peu; plusieurs même pourrissent; ce qui est conforme aux observations de M. Duhamel qui dit dans le mémoire déjà cité : « Il faut remarquer que les plantes » périssent dans les pots qui ne sont pas percés ».

De ces expériences & des observations de M. Duhamel, je crus pouvoir conclure que M. Tillet avoit fait ses expériences dans des pots percés (a).

En conséquence je remis mon sable, mon grès & mon verre pilé dans des entonnoirs de

(a) Plusieurs membres de l'académie, présens à la lecture de ce mémoire, & qui avoient assisté aux expériences de M. Tillet, assurèrent qu'en effet ses pots étoient percés, ainsi que je l'avois conclu de mes observations & de mes expériences.

verre dont l'extrémité plongeoit dans des carafes pleines d'eau ; je semai dans ces terres du bled , des haricots & du cresson : ces plantes y germèrent , y développèrent , mais jamais elles ne vécutent que jusqu'à l'instant où elles produisirent des fleurs. Jamais je ne pus parvenir à leur faire produire des graines.

Ces différences entre le résultat de mes expériences & celui des expériences de M. Tillet me firent croire qu'il y avoit une différence dans la manière de procéder , & je relus avec attention les mémoires de M. Tillet , pour savoir quelle pouvoit être cette différence ; je trouvai qu'elle consistoit en ce que M. Tillet avoit fait ses expériences dans des pots , & qu'il avoit enterré ses pots dans de la terre végétale , tandis que les vases dans lesquels je faisois mes expériences , étoient éloignés de toute communication avec la terre végétale.

D'après cette différence dans la manière d'opérer , il me fut facile de conclure celle de nos résultats.

Les pots des expériences de M. Tillet devoient nécessairement être troués , ainsi que nous l'avons vu précédemment ; ces pots étoient enterrés dans de la terre végétale : donc il y avoit une communication entre la terre des pots & la terre végétale.

Comme M. Tillet n'arrosait point les terres de ses pots, afin qu'ils fussent exposés à toutes les variations de l'atmosphère, il est arrivé nécessairement que lorsqu'il tomboit de la pluie, l'eau filtrait à travers ses terres, sortoit du pot par le trou, & alloit se combiner avec la terre végétale; quand au contraire il faisoit de la sécheresse, l'eau qui imbiboit la terre des pots s'évaporoit d'abord, puis la terre faisoit l'office de tubes capillaires par lesquels l'eau contenue dans la terre végétale montoit à la surface pour être évaporée. Ainsi l'eau de la terre végétale pénéroit dans la terre du pot, seroit de nourriture aux plantes, & pouvoit contribuer à l'augmentation de leur carbone; d'où il suit que l'on ne peut pas dire que ce soit l'eau seule & l'air qui aient fourni aux bleds des expériences de M. Tillet l'accroissement de carbone qu'ils avoient, & M. Tillet a cru appercevoir qu'il y avoit une différence dans des expériences semblables, qu'il attribue « aux » parois & aux fonds des pots qui ont pu se » trouver plus ou moins perméables à l'eau que » contenoit la terre dont ils étoient environ- » nés ».

On peut conclure de l'examen réfléchi des expériences de Van-Helmont, de M. Duhamel & de M. Tillet, qu'il est impossible d'en dé-

duire si l'eau & l'air pouvoient seuls fournir aux plantes le carbone dont elles augmentent de poids, lorsqu'elles croissent en pleine terre.

Ne connoissant encore aucune expérience qui puisse résoudre cette question si nécessaire à la physique végétale, à la culture en général & à la théorie des engrais, l'eau & l'air peuvent-ils contribuer seuls à l'accroissement du carbone dans les plantes? j'ai entrepris sa solution par des expériences directes.

J'ai cherché quelles étoient les plantes qui croissoient & se développoient le plus facilement dans l'eau seule; j'ai trouvé que les jacinthes, les haricots & le cresson étoient celles qui donnoient le résultat le plus constant & le plus prompt.

Cela fait, j'ai pesé plusieurs oignons de jacinthe séparés, plusieurs haricots séparés, plusieurs graines de cresson séparées, & j'ai cherché par l'analyse la quantité d'eau, de carbone & d'hydrogène que contenoit chacune de ces substances. J'ai suivi, pour trouver ces résultats, la méthode que j'ai indiquée dans un mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'académie sur la différence des composans des plantes vertes & des plantes étiolées.

Je ne fatiguerai pas l'académie des détails de ces analyses, afin de marcher plus rapidement à mon résultat.

Après avoir trouvé la quantité de carbone contenu dans chaque oignon, haricot & graine de cresson, j'ai conclu la quantité moyenne que chacune de ces substances devoit en contenir relativement à leur poids.

J'ai pesé ensuite plusieurs oignons de jacinthe, plusieurs haricots, plusieurs graines de cresson; j'ai mis mes oignons pesés dans des carafes pleines d'eau à l'ordinaire, j'ai placé les haricots dans des tubes de verre en forme d'entonnoirs, de manière que le tube de verre étant posé verticalement dans un bocal plein d'eau, le haricot n'étoit touché par l'eau que dans une de ses extrémités. Pour la graine de cresson, j'ai d'abord rempli le bocal de fil de cuivre argenté, j'ai versé de l'eau par-dessus, & j'ai placé mes graines sur les morceaux de fil de cuivre, de manière qu'elles ne touchoient à l'eau que par une de leurs parties, & que la racine de la plante, en se développant, pouvoit entortiller les fils de cuivre, & prendre dans le bocal une position fixe.

La plus grande partie de mes carafes & de mes bocaux ont été exposés dehors, une autre portion a été placée dans ma chambre. Les oignons, les haricots & les graines de cresson se sont développés, ils ont poussé, & le plus grand nombre a produit des fleurs & rien

de plus : quelques tentatives que j'ai faites, je n'ai pu obtenir une végétation plus avancée.

A mesure que mes plantes finissoient de croître, je les retirois de l'eau, & je les laissai sécher, avec cette précaution de réunir à chaque plante les feuilles ou autres portions qui s'en étoient détachées pendant le cours de la végétation.

Mes plantes séchées, je les ai analysées de nouveau; mon analyse a été principalement dirigée sur la quantité de carbone contenue dans chaque plante développée, & j'ai constamment trouvé que la quantité de carbone contenue dans toutes les plantes que j'ai fait croître dans de l'eau & de l'air seuls, étoit un peu moindre que la quantité moyenne de carbone que les oignons, les haricots & les graines que j'ai employés devoient contenir.

Il suit de ces expériences que le développement des plantes qui croissent dans l'air & dans l'eau seuls est occasionné par l'eau qui se combine avec les parties constituantes de l'élément que l'on a fait développer, & que le carbone contenu dans toutes les parties du développement, feuilles, branches, racines, &c. a été fourni par l'élément & a été transporté par l'eau dans toutes ces parties pendant l'acte de la végétation. Bien entendu que j'appelle

élément l'oignon ou la graine qui a servi à mon développement.

Il paroît encore résulter de ces expériences, que non-seulement l'addition de carbone contenu dans les plantes qui croissent dans les terres végétales n'est pas fournie par l'eau & l'air seulement, mais encore que pendant l'acte de la végétation il y a une portion du carbone déposée dans les plantes qui leur est enlevée.

Ces expériences établissent une grande analogie entre les graines des plantes & les œufs des animaux que je me contenterai d'indiquer. C'est que toutes les parties constituantes des œufs, lorsqu'ils sont sortis du corps des animaux ovipares, servent à développer l'animal & à l'amener à un certain degré d'accroissement par-delà lequel il ne peut plus augmenter sans le concours de nouvelles matières nutritives qui lui fournissent le carbone & les autres substances nécessaires à son développement : de même la graine avec le seul secours de l'eau se développe jusqu'à un certain point par-delà lequel la plante ne peut plus croître sans de nouvelles matières qui lui fournissent le carbone & les autres substances nécessaires à son accroissement.

J'examinerai, dans un second Mémoire que je me propose de lire incessamment, quelles sont

les substances contenues dans la terre végétale qui fournissent l'accroissement du carbone que l'on trouve dans les plantes lorsqu'elles sont parfaitement développées, & j'in liquerai en même-tems comment pendant l'acte de la végétation des plantes dans l'eau & dans l'air seuls, il y a diminution de carbone, c'est à-dire, pourquoi la plante développée contient moins de carbone que l'élément du développement.

R A P P O R T

*Fait au Bureau de Consultation, sur la
Colle-forte des os proposée par M.
G R E N E T ;*

Par MM. P A R M E N T I E R & P E L L E T I E R.

Nous allons vous rendre compte des recherches que M. Grenet a faites sur les préparations des colles-fortes. Peu de personnes ont écrit sur cet objet; il est cependant de la plus grande importance par la consommation que l'on fait de la colle forte dans divers arts. L'on s'est bien occupé en France (depuis quelque tems) de la préparation des colles-fortes, & il en a été élevé des fabriques; mais la supériorité en beauté & qualité des colles étrangères leur a fait
donner

Donner la préférence à des prix presque doubles. Cette considération doit donc déterminer la nation à encourager ce genre de fabrication, & à accueillir favorablement, à récompenser même les travaux de ceux qui par des recherches particulières sont parvenus à avoir des résultats nouveaux. M. Grenet s'est occupé, depuis plusieurs années, de la préparation des colles-fortes ; il a lu tout ce qu'on avoit fait sur cet objet ; il a médité sur les qualités des substances que l'on employoit à ce travail ; il a ensuite soumis à des expériences celles que l'on n'avoit point essayées, & qu'il jugeoit propres à la préparation de la colle-forte : les os lui en ont fourni avec une grande abondance & avec une grande facilité. Les résultats de ses tentatives lui ont paru devoir intéresser la nation & pouvoir concourir aux récompenses nationales. C'est ce travail qui est soumis à votre jugement, & que vous nous avez chargés d'examiner.

Nous ne nous sommes pas contentés de prendre les données que M. Grenet avoit consignées dans le mémoire instructif qu'il vous a fait remettre ; nous avons cru devoir encore répéter ses expériences. Nous allons vous en rendre compte, & avant tout vous rappeler en peu de mots ce que l'on fait de ce travail

& particulièrement des substances que l'on y a employées; il vous sera ensuite plus facile d'apprécier le mérite de la découverte de M. Grenet, & de juger s'il doit avoir part aux récompenses nationales.

Nous devons à M. Duhamel du Monceau la connoissance de l'art de faire différentes sortes de colles. La description de cet art est loin d'être parfaite; c'est cependant l'ouvrage le mieux fait que nous ayons encore sur les colles. Nous ne parlerons que de la colle-forte, pour ne point nous écarter du rapport que nous avons à vous faire.

La colle-forte, dit M. Duhamel, est une dissolution dans l'eau des parties membranueuses, cartilagineuses & tendineuses qu'on tire des animaux, desséchée ensuite & fondue en tablettes.

Les gelées de corne de cerf (dit encore M. Duhamel), celle de pied de veau qu'on prépare dans les cuisines & les offices, seroient de la colle-forte, si on les desséchoit.

« Les seules parties animales capables de
» se fondre en gelée sont véritablement l'es-
» sence de la colle, les autres lui sont étran-
» gères & ne peuvent que la rendre moins
» bonne: ainsi les parties charnues, sanguino-
» lentes, les graisses, la sinovie, ne doivent

» point être employées pour la préparation de
 » la colle-forte. Plusieurs substances animales
 » sont propres à faire de la colle forte, les
 » rognures des peaux & des cuirs, les pieds,
 » la peau des têtes & des queues de plusieurs
 » animaux, les os même, si l'on se servoit de
 » la marmite à Papiu pour les dissoudre, pour-
 » roient fournir de la colle.

» Je n'ai pas (ajoute M. Duhamel) poussé
 » bien loin les expériences sur ce point; ce-
 » pendant je suis parvenu à faire avec des os
 » une colle qui, à la vérité, étoit fort noire,
 » mais qui me paroissoit très-forte; & je crois
 » qu'elle auroit été meilleure si j'avois com-
 » mencé par ôter la moëlle & la graisse, &
 » par enlever, au moyen d'un acide, la subs-
 » tance terreuse des os, pour ne dissoudre que
 » la cartilagineuse; mais il y a apparence que
 » ces préparations emporteroient tout le profit.

Il est aisé de voir, d'après cet extrait fidèle,
 que M. Duhamel avoit bien reconnu & constaté que la partie qui dans les os lie & tient adhérentes entr'elles les parties terreuses ou *phosphate de chaux*, étoit de nature gélatineuse & propre à faire de la colle très-forte; mais l'on voit aussi que M. Duhamel a vu de grandes difficultés dans les moyens de l'en extraire, puisqu'il croyoit qu'il falloit employer la mar-

N ij

mitre à Papin pour diffoudre la totalité de la partie gélatineuse ou colle que les os peuvent contenir.

Les rognures & les ratures de parchemin & de vélin que l'on achète chez les parcheminiers & les cribliers, font de bonne colle, ainsi que les rognures de peaux de gantiers, mégissiers, peaussiers & fourreurs; mais les fabricans ne les emploient point, parce qu'elles coûteroient trop cher. C'est par la même raison qu'ils n'emploient point les peaux de castor, & qu'ils emploient peu celles de lièvre & de lapin. Ces substances d'ailleurs, excepté les peaux de lièvre, sont recherchées par les peintres en détrempe, les drapiers, les papetiers, &c. qui en préparent une colle ou gelée qui se trouve peu colorée & même sans couleur; ce qui est absolument essentiel à leurs travaux. Nous aurons occasion de faire remarquer à quoi tient la couleur que prennent les colles-fortes dans leur fabrication; ce qui fait que les artistes que nous venons de citer ne peuvent employer leur dissolution dans l'eau qui seroit toujours colorée, & ils leur préfèrent une gelée de peau de mouton (ou parchemin), de lapin, &c.

L'on trouve peu de détails dans les ouvrages de chimie sur les substances qui peuvent fournir de la colle-forte; l'on y reconnoît cependant des gé-

néralités très-essentielles & propres à éclairer ceux qui se mettroient à en fabriquer. M. Fourcroy s'est exprimé de la manière suivante : « Toutes » les parties molles & blanches des animaux, » telles que les membranes, les tendons, les » aponévroses, les cartilages, les ligamens, » la peau, contiennent en général une sub- » stance muqueuse très-soluble dans l'eau & in- » soluble dans l'esprit-de-vin, que l'on connoît » sous le nom de gelée. Pour extraire cette » gelée, il suffit de faire bouillir ces parties » animales dans l'eau », &c. M. Fourcroy dit encore : « La gelée animale ne diffère de la colle » proprement dite, que parce qu'elle a moins de » consistance & de viscosité ; la première, ajou- » te-t-il, se retire spécialement des parties mol- » les & blanches des jeunes animaux, on la » retrouve aussi dans leurs chairs ou leurs » muscles, dans leurs peaux & leurs os. La » colle ne s'obtient que des animaux plus âgés, » dont la fibre est plus forte & plus sèche ».

On lit dans l'ouvrage de Papin, édition de 1682, que « cet artiste, au moyen de sa mar- » mite, a préparé une gelée avec les os ainsi » qu'avec l'ivoire, avec laquelle il a bien collé » un verre cassé ; qu'il a de plus pénétré de » gelée d'os un vieux chapeau qui est devenu » très-ferme ; il a dit aussi que si l'on se ser-

» voit d'une telle liqueur pour faire des cha-
 » peaux, ils seroient bien meilleurs qu'à l'or-
 » dinaire ».

Spielmann (voyez la traduction de M. Cadet) a beaucoup ajouté à ce que l'on trouve dans Papin sur la colle des os : ce chimiste dit qu'il a retiré de la colle ou gelée sèche des os de toutes les parties solides des animaux par la simple ébullition ; qu'il a fait des essais sur le pied d'élan, sur les dents de sanglier, sur celles de cheval marin, sur la corne de cerf, sur les mâchoires de brochet, sur les cloportes vivans, sur la vipère & sur la licorne, & que toutes lui ont donné plus ou moins de gelée sèche. *Spielmann* a particulièrement insisté sur la force & la ténacité de la colle de mâchoires de brochet, & il rapporte qu'elle enleva l'émail de l'affiette sur laquelle il l'avoit desséchée.

Nous avons indiqué les auteurs qui ont parlé de la colle-forte, & d'après ce qu'ils en ont dit, nous avons rappelé les substances qui peuvent en fournir ; mais nous devons observer que dans ce nombre il y en a peu que les faiseurs de colle aient coutume d'employer, la plupart seroient trop chères & difficiles à se procurer ; d'autres, telles que les os, &c. ont été regardées comme trop dures pour pouvoir être

pénétrées, & pour pouvoir en extraire à peu de frais la colle qu'elles peuvent contenir. Les substances que l'on a le plus communément employées sont les rognures de cuirs de bœuf, de veau, de mouton, de cheval, appelées oreillons, les pieds de bœuf, ainsi que les parties tendineuses, & celles désignées vulgairement sous le nom de nerfs de bœuf.

Il y a dans le commerce plusieurs sortes de colles-fortes : la plus recherchée est celle qui nous vient d'Angleterre, vient ensuite celle dite *de Flandre*, & la plus commune est celle dite *de Paris*. La première, celle d'Angleterre, est d'un rouge foncé, celle de Flandre est blanche & transparente, celle de Paris est noire & opaque. Il existe cependant en France des manufactures qui font des colles qui imitent les colles étrangères; on les nomme alors colles façon d'Angleterre, &c.

Nous allons maintenant vous rendre compte des observations de M. Grenet. Cet artiste, comme nous l'avons déjà observé, après avoir examiné la nature des substances que l'on emploie à faire la colle-forte, s'est occupé d'employer dans ce travail les os. Ses premiers essais lui firent connoître que les os donnoient, par la simple ébullition (après avoir été divisés & dégraissés) sans le secours de la marmite à Pa-

pin, une très-grande quantité de gelée, laquelle pouvoit être amenée à l'état de colle-forte par la simple dessication. De nouveaux essais lui apprirent que l'on pouvoit employer les os à la fabrication de la colle-forte. M. Grenet s'est encore assuré que la colle préparée avec des os étoit supérieure aux colles françoises & presque égale en bonté aux colles étrangères. Nous allons rendre compte au bureau des expériences que nous avons faites d'après les procédés proposés par M. Grenet. Cet artiste vous a présenté la préparation d'une colle-forte faite avec les rognures & sciûres d'os provenant tant de ceux qui préparent les moules de boutons d'os que de ceux qui font les manches de couteaux, les étuis, les dominos, les éventails & autres objets en os. Cette classe d'ouvriers ne laisse pas d'être considérable aux environs de Paris. L'on pourroit encore se procurer de ces rapures d'os de Méru, Anneville, Beauvais, Havre, & autres endroits où l'on fait des ouvrages analogues. Autrefois on jettoit tous ces débris d'os, mais depuis quelque tems on les emploie comme engrais : on les vend de quatre livres dix sols à cinq livres le sac, lequel contient douze boisseaux ou cent liv. pesant ; ce qui est à raison d'un sol la livre. Il seroit encore possible de se procurer des os à un prix infé-

rieur (a), mais alors il faudroit trouver le moyen de les dégraisser & de les diviser; ce qui seroit possible à peu de frais. Mais comme M. Grenet indique dans son mémoire les rapures d'os provenans de la fabrication des moules de boutons, &c. c'est avec cette rapure que nous avons fait les expériences suivantes.

Détail d'une cuisson de colle d'os faite dans le laboratoire de M. Pelletier.

LE 24 MARS 1792.

Six livres de rapures d'os (prises chez des faiseurs de moules de bouton) ont été mises dans une chaudière de cuivre avec 24 pintes d'eau; on a laissé cette rapure tremper deux jours à froid, afin que l'eau la pénétrât & la disposât à rendre avec plus de facilité la colle qu'elle contenoit.

LE 27.

La chaudière a été mise sur un fourneau dont le feu a été allumé le matin à onze heures: l'ébullition a commencé à avoir lieu à midi; le feu a été soutenu jusqu'à neuf heures du

(a) Tels que les os durs de cheval que l'on brûle ordinairement aux voieries des environs de Paris.

soir, & l'on a laissé digérer la colle sur son marc toute la nuit, pendant lequel tems elle s'est épurée sans aucune addition.

LE 28.

La liqueur a été tirée à clair avec un syphon; elle a rendu de liquide 14 pintes, & par l'expression du marc nous avons encore retiré deux pintes de liqueur.

Cette colle ainsi soutirée a été mise sur le feu dans une bassine pour en évaporer l'eau superflue & la rapprocher. Lorsque la colle nous a paru suffisamment cuite d'après les épreuves ordinaires, nous avons retiré la bassine du feu; & après avoir laissé reposer la colle environ une demi heure, nous l'avons versée dans des boîtes; les boîtes ont été ensuite portées dans un lieu frais jusqu'au lendemain. Pendant ce court espace la colle s'étoit prise en une gelée ferme; en cet état nous l'avons coupée par tablettes, & nous l'avons mise sur des filets dans un grenier pour y sécher.

La colle a été quatorze jours à sécher, mais nous observerons que le tems n'a cessé d'être très-humide & pluvieux.

Ci suit le tableau des produits de cette opération.

Six livres de poudre d'os ont rendu, savoir :

1°. En colle transparente, liv.	15	onc.	4	gr.
2°. Colle de marc			4	
3°. Marc desséché	4		3	
			<hr/>	
Perte ou déchet			13	

Nous devons faire observer que ce déchet est très-considérable, & nous croyons qu'en opérant en grand il seroit beaucoup moindre ; nous croyons aussi qu'il seroit possible de traiter de nouveau le marc avec une nouvelle quantité d'eau, & d'en retirer un peu de colle peut-être d'une qualité inférieure, mais au moins les os seroient plus épuisés. Nous vous présentons la colle que nous avons obtenue ; vous la jugerez, à sa transparence, analogue à celle dite façon d'Angleterre : nous vous observerons aussi que quelque imparfaite que soit l'expérience dont nous vous rendons compte, elle ne nous a pas moins fourni une livre de colle sur six livres d'os.

Expérience sur la rapure d'ivoire.

M. Grenet ayant encore annoncé dans son mémoire qu'il avoit préparé de la colle-forte avec de la rapure d'ivoire, nous avons cru devoir répéter cette seconde expérience, afin d'en rendre compte au bureau. Nous ne détaillerons

point l'opération qui est la même que celle que nous avons décrite pour les os ; nous insisterons seulement sur les produits qui sont dans une première expérience ;

Pour six livres de rapure d'ivoire, savoir :

Colle-forte	1 liv.
Marc	4
	<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
	5

Dans une deuxième expérience nous avons traité 50 livres de rapure d'ivoire avec les proportions déterminées d'eau ; & après avoir soutiré la liqueur claire, nous avons mis de nouvelle eau sur le marc, nous avons ensuite procédé à une nouvelle ébullition ; ce que nous avons continué jusqu'à quatre fois, en ne mettant qu'une quantité moindre d'eau dans les deux dernières ébullitions. Les liqueurs ayant été évaporées, elles ont pris beaucoup de couleur, parce que nous avons eu beaucoup d'eau à évaporer.

Les produits ont été,

Pour 50 livres de rapure d'ivoire,	
Colle transparente,	9 liv. $\frac{1}{2}$
Marc sec, lequel n'offroit	
plus qu'une poudre friable, 30	
	<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
Total	39 $\frac{1}{2}$
Perte	10 $\frac{1}{2}$
	<hr style="width: 50%; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
	50

Nous n'avons pas eu la quantité de colle que nous devons obtenir, parce que les chaudières nous ayant gagnés, une partie de la colle coula sur les filets, & il y en eut un peu de perdue. Nous avons aussi observé que la colle d'ivoire, en séchant, se couvrait d'une efflorescence saline : nous l'attribuons aux divers sels que les ouvriers emploient pour amollir l'ivoire, afin de le pouvoir travailler. Cette colle aussi se trouve beaucoup plus colorée que celle faite avec la rapure des os, mais elle n'en est pas moins bonne pour cela. Nous en présentons au bureau.

Dans les diverses expériences que les commissaires ont eu occasion de faire, il a été observé que pour avoir des colles peu foncées, il falloit les tenir le moins possible sur le feu. Les gelées en général acquièrent un peu de couleur dans leur dessication à l'air, mais elles en acquièrent bien plus par l'évaporation à laquelle il faut soumettre les liqueurs pour les concentrer & les porter à ce point où par le refroidissement elles puissent prendre en gelée. Il paroît donc aux commissaires que la transparence & le peu d'intensité de couleur des colles de Flandre tient à ce que l'on met le moins d'eau possible pour extraire la gelée ou dissoudre les substances qu'ils emploient à leur

fabrication ; qu'elle tient encore à ce qu'ils la laissent le moins possible sur le feu , & qu'ils coupent leur gelée en tablettes moins épaisses , qui conséquemment sont plutôt sèches. Il a paru encore aux commissaires que l'imperfection des colles communes étoit due à ce que l'on tenoit plus long tems sur le feu ces dernières , & que l'on employoit une plus grande quantité d'eau pour extraire plus parfaitement la partie gélatineuse ; il leur a paru encore que l'intensité de couleur de ces colles tenoit à ce qu'on les rapprochoit trop ; ce qu'ils font particulièrement , afin d'avoir une gelée plus consistante , & qui d'après cela est bien plutôt sèche.

A l'appui de ces observations les commissaires ont considéré la colle dite colle de poisson. L'on fait que cette substance , que la Russie nous fournit , n'est que les vésicules aériennes de certains poissons d'eau douce & particulièrement du *beluga* , qui est un poisson des plus grands que l'on trouve dans les rivières de Moscovie ; elle n'a reçu d'autres préparations qu'une simple dessiccation à l'air : voilà pourquoi sa dissolution dans l'eau se trouve claire & sans couleur. L'on trouvera certainement dans les poissons beaucoup de parties propres à faire de la colle-forte d'une bonne qualité. Nous avons oui dire , & M. Chevalier de la société

royale de Londres a imprimé dans les recueils de cette société savante, que l'on préparoit en Ruffie de la colle-forte avec des matières gluantes qu'ils séparoient des poissons qui se trouvent en abondance dans la mer Caspienne & dans plusieurs cantons au-delà d'Astracan dans le *Wolga*, *Lyak*, le *Don*, & même jusques dans la Sibérie où ils sont connus sous le nom de *klé* ou *kla*.

Lorsque la colle de poisson nous arrive en France, elle se trouve noire & enfumée; on la blanchit par la vapeur du soufre. L'on ne peut blanchir les colles-fortes par le même procédé, parce que la colle-forte forme un corps fondu & compacte que la vapeur du soufre ne pourroit pénétrer. Il n'en est pas de même de la colle de poisson, qui n'est qu'une réunion de parties fibreuses qui sont appliquées par simple contact les unes aux autres, & qui laissent entr'elles un vuide que l'œil ne peut distinguer, mais que la vapeur du soufre pénètre: voilà pourquoi on réussit par ce procédé à blanchir les colles de poisson. D'après ces dernières données, vos commissaires croient que dans beaucoup de circonstances où l'on emploie une dissolution de colle de poisson à cause de sa blancheur, l'on pourroit lui substituer une gelée blanche que l'on prépareroit par une courte

ébullition de rapure d'os dans le moins d'eau possible. La gelée que l'on obtient est assez blanche, & l'on pourroit lui donner une bien plus grande blancheur, en lui ajoutant encore chaude, un peu d'eau chargée d'acide sulfureux, & en agitant le mélange pour que l'acide sulfureux soit mis en contact avec toutes les parties de la colle. Cette expérience a très-bien réussi, comme vous le verrez par les essais que nous mettons sous les yeux des membres du bureau.

On pourroit encore passer les os ou autres substances, avec lesquelles on voudroit préparer de la colle, dans une eau légèrement chargée d'acide sulfureux. Cette opération préliminaire peu coûteuse (quand on en aura indiqué les moyens), blanchira les matières, & les disposera à fournir la gelée avec plus de facilité. L'un des commissaires a blanchi de l'ivoire qui avoit jauni par la vétusté, en le passant dans de l'eau saturée de gaz acide sulfureux. Les arts pourront mettre à profit & tirer un grand parti de ces observations pour le blanchiment des substances animales, telles que la laine, la soie, &c. Il n'en a été question dans ce rapport que parce qu'on a cru intéresser les artistes en leur indiquant quelques faits & idées neuves, en même-tems qu'on leur rendoit compte des procédés nouveaux.

Revenons

Revenons aux procédés de M. Grenet. Cet artiste propose de faire de la colle-forte façon d'Angleterre avec de la rapure des os ; & d'après le compte que nous vous en avons rendu , vous avez dû juger que cela seroit praticable avec avantage , puisque la rapure d'os ne vaut que 5 livres le quintal , & que l'on peut en retirer en poids un sixième d'une très-belle colle analogue à celle d'Angleterre , que l'on vend aujourd'hui 40 sols la livre. Ainsi , quels que soient les frais de fabrication , il y auroit certainement du bénéfice. L'on pourroit de même faire de la colle forte façon de Flandre , en suivant les précautions que nous avons indiquées dans notre rapport : nous présentons au bureau les essais qui ont été faits pour faire avec des os de la colle façon de Flandre. Nous le répétons , la couleur plus ou moins foncée des colles-fortes est due à ce que l'on tient plus ou moins de tems les liqueurs sur le feu ; nous nous en sommes assurés en préparant de la colle-forte avec une dissolution rapprochée sur le feu , de colle de poisson dans l'eau ; le produit a été une colle-forte analogue , pour la couleur , à celle dite façon d'Angleterre. De même une gelée blanche faite avec des rognures de parchemin , ayant été rapprochée sur le feu & ensuite mise en tablettes , a donné une colle forte d'une

Tomé XIII.

○

couleur foncée, mais transparente & analogue à celle dite d'Angleterre.

M. Grenet propose encore de tirer parti des marcs d'os après en avoir extrait la gelée, & d'en préparer un noir d'os qui feroit de vente. A cela nous observerons que ce n'est point la partie terreuse dans les os qui fournit le noir; c'est la partie gélatineuse qui se charbonne & donne le beau noir, parce qu'elle se trouve bien garantie, par les parties terreuses, ou phosphate de chaux, du contact de l'air, & particulièrement par les vaisseaux fermés dans lesquels on les met pour les soumettre à l'action du feu. Ainsi, si les os sont bien & parfaitement épuisés de gelée, ils ne donneront pas de noir; mais comme il est difficile de les épuiser en totalité, alors cette portion de gelée donnera du noir, mais en moindre quantité, & conséquemment d'une richesse moindre que celui des os qui n'ont nullement été dépouillés de gelée. C'est aussi à la grande quantité de gelée que contient l'ivoire, qu'est due la richesse du noir que l'on prépare avec cette substance.

Il nous reste à vous parler de la bonté de la colle d'os faite par M. Grenet. Lorsqu'on en met un petit morceau dans l'eau froide, elle se gonfle au bout de vingt-quatre heures

comme font les bonnes colles, & le morceau conserve fa forme; séchée enfuite, elle revient à fon premier poids. En général deux gros de colle sèche peuvent abforber trente parties d'eau : de même trente-deux parties de gelée peu confiftante ne laiffent que deux gros de colle bien sèche. Les colles d'os de M. Grenet ont été effayées & reconnues de très-bonne qualité par plusieurs artistes : nous citerons M. Frost, ébénifte rue Croix-des-Petits-Champs, le fleur Lequeux, de même ébénifte rue du Four-Saint-Germain, M. Merken, faéteur de forte piano, & M. Henoc, maître luthier. Nous joignons à notre rapport le certificat que ces deux derniers en ont donné par écrit.

Nous terminerons notre rapport, Messieurs, en vous faifant observer que le travail de M. Grenet est du nombre de ceux qui demandent à être pris en confidération. L'on y propofe non-feulement la fabrication d'une marchandise que nous retirons de l'étranger en très-grande quantité, mais encore l'on propofe, pour cette fabrication, des produits qui font très-abondans, & dont on fait peu d'ufage. C'est ce qui détermine vos commissaires à vous propofer de récompenser les travaux de M. Grenet, particulièrement pour la perfection que cet artiste a donnée aux procédés qu'il indique pour faire

O ij

de la colle d'os dont la beauté & la qualité égalent celles des colles étrangères, & dont le prix sera d'ailleurs moindre. Cet objet, comme vous devez le juger, est très-important (a), &c.

E X T R A I T S

*Du Journal de Physique & de Chimie de
M. K A S T E L E Y N ; suite de l'année
1791 ;*

Par J. B. V A N - M O N S.

I^o. **I**NTR O D U C T I O N à la préparation, &c. de cinq substances importantes, carbonate de soude, soude de commerce, sulfate de potasse, acide muriatique, & magnésie, par M. Kasteleyn.

(a) En répétant le procédé de M. Grenet, nous avons eu occasion de faire diverses expériences sur la colle-forte : nous nous sommes assurés, par exemple, que la rapure de corne ne fournissoit point de colle-forte. Nous nous proposons de suivre ce travail, lorsque le tems propre à ce genre d'expériences nous le permettra. Nous avons de même invité M. Grenet à continuer ses essais. Nous publierons la suite de nos recherches, lorsqu'elles présenteront un ensemble qui les rendra intéressantes.

PREMIÈRE OPÉRATION.

Préparation du carbonate de soude:

On fait dissoudre dans de l'eau bouillante 20 parties de muriate de soude & 14 parties de carbonate purifié de potasse; il se fait une échange de bases, d'où résulte du muriate de potasse & du carbonate de soude: on filtre la liqueur, on l'évapore, & on tâche de faire cristalliser séparément les deux sels.

Quelqu'attentivement qu'on procède, les cristaux du muriate & du carbonate se confondent toujours & sur-tout après la seconde évaporation. M. Kasteleyn les sépare par un moyen ingénieux; il expose à une légère chaleur les sels confondus avant de les avoir fait sécher; le carbonate de soude se fond aussi-tôt & seul en vertu de son eau de cristallisation, & se laisse décanter; le résidu, qui n'est pas entièrement débarrassé de carbonate, se lave avec un peu d'eau froide (a).

(a) Un moyen également bon, & dont je me sers depuis long-tems avec succès, consiste à enlever au carbonate de soude son acide par la chaux. Les sels étrangers se cristallisent seuls, tandis que la soude, rendue cristallisable, reste dissoute dans la lessive. On met après l'alcali à sec par l'évaporation, on le mêle avec de

O iij

On réunit alors les deux portions du carbonate, on les dissout dans l'eau & on les cristallise.

Cette opération fournit 20 parties de muriate de potasse & 16 parties de carbonate de soude, qui ne sont point contenues dans 20 parties de muriate de cet alcali, mais qui sont dues à l'eau que ce sel prend dans sa cristallisation (a).

SECONDE OPÉRATION.

Préparation de la soude de commerce.

La meilleure soude qu'on rencontre dans le commerce ne fournit jamais un tiers d'alcali; celle que l'on connoît sous le nom de *soude d'Alicante* donne par livre depuis 3 jusqu'à 4 & quelquefois 5 onces de carbonate cristallisé (b). La soude dite *de Vérac* ne donne pas la même

charbons concassés, & on le projette dans un creuset rouge ou sur des charbons allumés. La soude reprend son acide carbonique & en même-temps la propriété de se cristalliser. On peut par le même moyen débarrasser la potasse, sans aucune perte, de tout sel étranger. (*Note de J. B. Van-Mons.*)

(a) Et à l'acide carbonique qu'il a pris au carbonate de potasse, & qui le fait cristalliser. (*Note du même.*)

(b) L'eau-mère de la lixiviation de la soude, après

quantité, elle fournit tout au plus 1 once $\frac{1}{2}$ ou 2 onces de carbonate ; & une troisième sorte , qui n'est pas encore depuis long-tems dans le commerce , donne depuis 4 jusqu'à 5 parties, par 16, de ce sel. M. Kasteleyn a plus particulièrement examiné cette dernière : sa couleur est jaune tirant sur le brun ; elle est pierreuse & pesante sans être dure, & a beaucoup de ressemblance avec la pierre calaminaire. Outre le carbonate de soude elle contient par livre 3 à 4 onces de muriate de soude, 1 à 2 onces de sulfate de potassé & de soude, & un résidu proportionné de matière indissoluble dans l'eau.

Pour faire la soude artificielle, on mêle avec 5 livres de carbonate de soude 6 livres de cendres de bois ou de tourbe, 4 livres de sable & 1 livre de résidu de cendres de bois lessivé ; on réduit ce mélange en pâte avec de l'eau, on le fait sécher en l'exposant au vent & au soleil ; & quand il est sec, on le fait légèrement

la cristallisation du carbonate & des autres sels, contient encore une portion plus ou moins considérable de soude pure qui n'est point susceptible de se cristalliser. Pour l'en tirer, on n'a qu'à évaporer la liqueur jusqu'à siccité, & conserver le sel *caustique*, ou la faire cristalliser d'après la méthode de la note précédente. (*Note du même.*)

O iv

rongir au feu. On peut donner à cette soude la couleur de la soude de commerce ordinaire, en y ajoutant un peu de noir.

M. Kasteleyn, qui connoît l'esprit de routine du plus grand nombre de ceux qui dirigent encore les fabriques, a dû pour cette fois, en donnant cette composition, sacrifier à leur *machinisme* la philosophie de la science.

TROISIÈME OPÉRATION.

Préparation du sulfate de potasse.

On ajoute aux 20 livres de muriate de potasse obtenues de la première opération, 24 livres de sulfate de magnésie; on dissout le mélange dans de l'eau, & on le fait bouillir. L'acide du sulfate forme, avec l'alcali du muriate, du sulfate de potasse, & l'acide muriatique avec la magnésie, du muriate de cette terre. Comme ce dernier sel est déliquescent, le premier peut en être séparé sans peine par la cristallisation. On obtient 16 à 18 livres de sulfate de potasse & au moins 12 livres de muriate de magnésie rendu sec par l'évaporation.

QUATRIÈME OPÉRATION.

I^o. Préparation de l'acide muriatique & de la magnésie.

On fait que dans le muriate de magnésie l'acide ne tient que foiblement à sa base, & s'en laisse séparer par le feu. On soumet à une légère chaleur dans une cornue les 12 livres de ce sel qui ont été fournies par l'opération précédente, & on recueille dans un récipient l'acide qui s'en dégage. On obtient ainsi 8 livres d'acide muriatique concentré & 4 livres de magnésie : on passe sur cette dernière de l'eau, pour lui enlever un reste de muriate qui n'auroit pu être que difficilement décomposé par le feu (a).

On peut faciliter cette opération de beau-

(a) On peut aussi obtenir la magnésie à peu de frais en décomposant l'un par l'autre le sulfate de cette terre & le muriate de soude, selon la méthode de Schéele (*Opuscula Chimica & Physica*, vol. alt. pag. 221), & en précipitant ensuite le muriate de magnésie par la chaux ou le carbonate calcaire purifiés par décantation; le muriate de chaux se laisse séparer sans peine de la magnésie par sa grande dissolubilité dans l'eau. Le sulfate de soude qu'on obtient de ce procédé, & qui est d'un grand usage dans les laboratoires de pharmacie, compense presque les frais de l'opération. (*Note du même.*)

coup, en distillant le muriate de magnésie avec une certaine quantité d'eau, pourvu qu'il soit indifférent d'obtenir un acide plus ou moins fort.

2°. *Examen du quinquina jaune ou royal.*

MM. Meyer & Kasteleyn ont examiné presqu'en même-tems cette nouvelle écorce, le résultat de leurs analyses s'est trouvé fort différent; ce qui prouve que la qualité de ce remède n'est pas déjà trop constante, & qu'on ne doit pas se hâter de prononcer sur ses vertus. M. Kasteleyn est même incliné à croire que tout *royale* qu'on la nomme, cette écorce n'est que du quinquina ordinaire afforti du quinquina rouge à cause de sa couleur jaune (a).

3°. *Expériences & observations faites dans la vue d'obtenir des principes certains pour l'usage & la préparation du tartrate de potasse & d'antimoine, par M. Bindheim.*

Pour déterminer les proportions d'antimoine[†] que contiennent différens *tartres émétiques*, M. Bindheim a préparé ce remède en suivant trois différentes méthodes : dans la première il a fait

(a) Un échantillon qu'on m'a montré comme du quinquina royal confirme assez le soupçon de M. Kasteleyn. (*Note du même.*)

usage de parties égales d'oxide d'antimoine sulfuré demi-vitreux & de tartrite acidule de potasse; dans la deuxième, de 4 parties $\frac{1}{2}$ d'oxide d'antimoine par l'acide muriatique, & de 10 parties de tartrite acidule, & dans la troisième il a employé 4 parties de ce sel & une partie d'oxide d'antimoine vitreux. Il a pris une once de chacun des tartrites qui en sont résultés, il les a fait détonner en particulier avec le nitrate de potasse; ensuite il les a défoxi-génés par le charbon & portés en fusion par le flux noir: il a obtenu de chacun une égale quantité, un gros d'antimoine parfaitement réduit.

4°. *Examen des différentes méthodes de préparer les teintures d'antimoine & en particulier celle de Theden, par M. Gottling.*

La teinture âcre d'antimoine ne contient, selon l'auteur, aucun atôme du métal dont elle porte le nom, & la fameuse teinture de Theden doit ses propriétés, sa couleur (a), &c. à

(a) Une partie du carbone de l'alcool se trouve rendue libre dans les alcools alcalins, & peut en être séparée par la distillation. Pour rendre raison de ce fait, il faut attendre le travail que M. Lavoisier promet sur l'analyse des alcalis fixes, *Trattato di Chimica tradotto de V. Dondolo, tomo I, pag. 233.*

L'huile empyreumatique de l'acétite de potasse qui se trouve dans le précipité sur lequel elle est trente fois cohobée (a).

5°. *Expériences touchant l'action du fluide électrique sur le mercure, par M. Baudins.*

M. Baudins a réduit le mercure en vapeurs par l'électricité excitée, & par l'étincelle il a fixé ce métal sur une glace, & l'a amalgamé avec le cuivre.

6°. *Méthode facile & peu dispendieuse de préparer une grande quantité de levure, communiquée à M. Crell par un anonyme de Londres.*

On fait bouillir pendant huit à dix minutes deux pintes de malt dans trois pintes d'eau ; on tire la décoction au clair, on la laisse refroidir & on l'expose ensuite à une chaleur de 70 à 80 degrés de la graduation angloise, pour la faire entrer en fermentation ; alors on y ajoute deux autres pintes de la même décoction, &

(a) De l'esprit-de-vin passé trente fois & plus sur des matières sur lesquelles il n'a aucune action, doit en effet faire un remède bien efficace. Je crois qu'il seroit tems enfin d'introduire par-tout dans les sciences naturelles une sage philosophie. (*Note du même.*)

on agite le tout dans une grande cuve. Cette opération fournit assez de levure pour un brasin de 200 pintes.

Quelques membres de la société de Londres pour l'encouragement des arts, répétèrent cette expérience avec quatre pintes de malt broyé & autant d'eau bouillante. On versa l'eau sur le malt, & après l'avoir laissée pendant quelque tems, on la décanta : on répéta cette opération avec de la nouvelle eau, on réunit les deux infusions, on les fit bouillir, & après que la décoction fut refroidie, on la porta à une chaleur de 80 degrés. La fermentation commença le troisième jour. On y ajouta une autre décoction, & la levure s'éleva après 23 heures. On y ajouta une troisième décoction, & on ramassa alors à la surface du mélange cinq onces d'excellente levure.

M. Mason a eu le même succès avec le moût ordinaire. La fermentation peut être accélérée par l'addition d'un peu de houblon.

7°. *Expériences sur la chaleur que produit le gaz acide muriatique oxigéné avec plusieurs substances*, par M. Pickel.

Lorsqu'on plonge le doigt dans une atmosphère de gaz muriatique oxigéné, on sent une chaleur notable, malgré que la température de

ce gaz soit en équilibre avec l'air extérieur. La même expérience avec le doigt enduit d'huile de lin produit une chaleur qu'on ne peut pas supporter.

La boule d'un thermomètre arrosée d'huile d'olive & plongée dans ce gaz, fit d'abord monter le mercure de 13 à 35 degrés de Réaumur; un second arrosement le fit monter à 45, & des arrosemens successifs à 70.

L'huile de géroffe traitée de même éleva le mercure à 35, & par des arrosemens répétés à 80; l'huile gagna de la consistance & perdit son goût âcre, qu'elle reprit aussi-tôt après sur la langue.

L'huile de menthe poivrée éleva le thermomètre de 13 à 22 & à 40 degrés. Sa couleur jaune changea en brune, & elle perdit son goût âcre qu'elle reprit comme la précédente.

L'huile volatile animale excita 7, 10 & enfin 25 degrés de chaleur. A chaque arrosement réitéré la boule du thermomètre répandit une vapeur très-sensible. Après l'expérience l'huile avoit acquis un goût acide, & colora le papier bleu en rouge.

La dissolution du phosphore dans l'huile de géroffe ne brûla point à 12 degrés; dans le gaz acide muriatique oxigéné elle fit monter le thermomètre à 30 sans s'enflammer, mais elle brûla

aussi tôt qu'elle en fut retirée : des arrosemens répétés firent monter l'instrument à 72. A chaque arrosement l'huile s'enflamma en quelques endroits avec un éclat fulminant ; après l'expérience elle se trouva noire, & avoit acquis de la consistance.

La dissolution du phosphore dans l'huile volatile animale fit monter le mercure à 34.

La potasse & la soude pures, ainsi que leurs carbonates en liqueur d'alcalis, acquirent la propriété décolorante des muriates oxigénés. Portée sur l'ongle ou sur la peau, une goutte de ces dissolutions y excite une effervescence & redevient alcaline (a). La potasse seule fit monter le thermomètre de 3 degrés.

L'ammoniaque & son carbonate exhalèrent une forte vapeur : le premier fit monter le thermomètre de 4 degrés, & le second de 2. Tous deux agirent sur les couleurs comme les alcalis fixes.

La dissolution du sulfure de potasse répandit de fortes vapeurs ; il se précipita de l'oxide de soufre, & le thermomètre monta de 2 degrés.

(a) La liqueur ne devient point alcaline, l'oxigène seul se dégage, & il reste du muriate d'alcali simple.
(Note du même.)

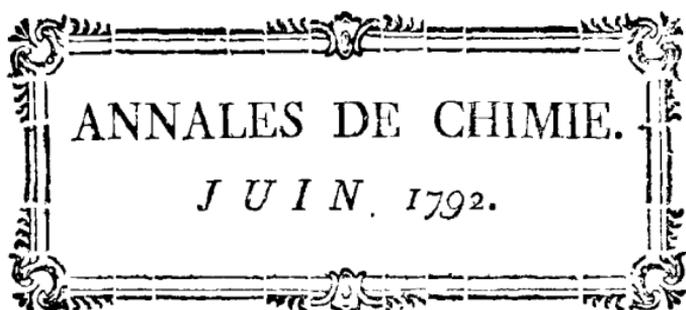
8°. *Sur les règles du raisonnement en physique ;*
par M. Kirwan.

Ce beau discours , qui a été écrit peu de tems avant l'adhésion de l'auteur à la nouvelle chimie , sera traduit dans toutes les langues : il l'est ici par la plume énergique de M. Kasteleyn , qui a rendu toute la force des idées de l'auteur avec cette richesse d'expressions que fournit la langue hollandoise aux sciences les plus élevées & les plus abstraites. Séduit par des expériences imposantes, M. Kirwan dans ce discours combattoit avec feu les principes de la chimie moderne dont il se déclaroit le plus zélé antagoniste (*a*), & voilà tout-à-coup qu'il vient d'apporter dans cette école les armes dont il s'étoit servi pour la renverser. Sincère dans ses recherches , en voulant établir une erreur , il apperçoit la vérité , il la saisit , il n'hésite point à avouer qu'il s'étoit trompé , & cet aveu lui est aussi honorable qu'à la doctrine qu'il a adoptée.

9°. *Préparation du malt* , par M. Kasteleyn.

Le procédé pour faire le malt est assez connu en France.

(*a*) Voyez *Essai ou phlogiston and the constitution of acids by R. Kirwan, new edition* , le seul ouvrage sensé qui a paru jusqu'ici contre la nouvelle doctrine. (*Note du même.*)



E X P O S I T I O N

*D'UN NIVELLEMENT fait dans les
Pyrenées pendant les mois de juillet
& d'août 1787 ;*

Par HENRI REBOUL.

LES opérations que je vais mettre sous les yeux de l'académie ne font que partie d'un travail considérable que M. Vidal & moi avons commencé l'été dernier dans les Pyrenées : elles consistent en un nivellement comparé de l'une des plus hautes montagnes de cette chaîne & de celle qui, à hauteurs égales, est la plus accessible & la plus fréquentée. Je ne m'étendrai point sur les avantages qui peuvent résulter de notre mesure ; ils font tels que nos travaux ne sauroient être perdus, fallût-il en réduire le terme à n'avoir fait que préparer aux observateurs une montagne toute graduée & l'observatoire le mieux disposé pour tenter des recher-

Tome XIII.

P

ches exactes sur les modifications de l'atmosphère. Nous avons néanmoins entrepris cette mesure dans le dessein d'en profiter nous-mêmes, & nous nous sommes proposé sur-tout de l'appliquer à l'étude des loix que suit l'atmosphère dans ses dilatations, & d'après lesquelles on a tenté de déterminer la hauteur des lieux par de simples observations barométriques.

Rien n'est plus propre sans doute à nous instruire du degré de bonté d'une méthode nouvelle & peu connue, que d'en comparer les résultats à ceux d'une méthode relative au même objet, éprouvée déjà comme sûre & infallible. Ainsi toutes recherches sur la mesure des hauteurs par le baromètre ont dû avoir pour fondement la connoissance précise de la hauteur respective des lieux où on a fait les observations. La géométrie offre deux moyens de parvenir à ce but : l'un est la mesure trigonométrique qui n'exige qu'un petit nombre d'opérations, & devrait par cela même être préférée, si l'effet incertain & variable des réfractions n'altérait la justesse de ses résultats : l'autre est la mesure par le nivellement qu'on a bien moins employée, parce qu'elle est lente dans sa marche & pénible dans la pratique, quoiqu'elle n'offre d'ailleurs aucune difficulté qui ne puisse être levée par les soins & la prévoyance des obser-

vateurs. Elle n'a guère été portée jusqu'à nos jours qu'à des hauteurs médiocres, & sous ce rapport l'opération dont je vais rendre compte est sans doute la plus considérable qui ait été faite, puisqu'elle embrasse un espace vertical de plus de 1370 toises, en se développant sur une ligne horizontale de plus de 40,000. *Pl. I.*

Des observations géodésiques faites à Bonrepaux auprès de Toulouse; nous avoient fait connoître que la montagne de Canigou en Roussillon étoit moins élevée d'environ 60 toises que le Pic de Midi de Bigorre; ce qui déterminoit à environ 1500 toises la hauteur de ce Pic au-dessus de la mer. Les notions que nous avions acquises par nous-mêmes de sa position, de son climat & de ses autres rapports physiques, nous décidèrent à y fixer le nivellement que nous avions projeté de faire dans les Pyrénées. Le lieu nous sembloit désigné par l'exemple de plusieurs savans qui y avoient déjà établi le siège de leurs observations, & parmi lesquels l'un des premiers astronomes du Languedoc y étoit venu chercher son tombeau (a). L'amour des montagnes nous fit en-

(a) Ce fut M. de Plantade qui, âgé de 70 ans, y mourut subitement & sans douleur entre les bras de ses guides & à côté de son quart de cercle. La mémoire

visager sans crainte les fatigues & les dégoûts inséparables d'un travail aussi long que pénible, & nous crûmes que le voisinage de Barèges & l'hospitalité des bergers applaniroient toutes les difficultés : l'atmosphère sembloit seule nous opposer un obstacle insurmontable. Jusqu'au moment de notre départ les orages s'étoient succédés sans interruption dans les Pyrénées, & la fonte des neiges y étoit infiniment retardée, soit par l'action du vent du nord, soit par la présence continuelle des nuages. Avant de présenter les résultats de ce travail que nous avons eu le bonheur d'achever, il importe sur-tout de lui concilier toute la confiance qu'il peut mériter, en donnant une idée exacte de la manière dont nous avons opéré.

Nos instrumens étoient très-portatifs; la nature des lieux & nos besoins l'exigeoient. M. Vidal, qui joint à la précision de l'observateur toute l'habileté de l'artiste, avoit pris soin de fabriquer lui-même deux niveaux à lunette; l'un d'eux est composé d'une lunette achromatique, dont l'objectif qui est triple a huit pouces de

de cet événement s'est conservée dans le pays. Un chasseur d'Hisars m'a montré l'endroit où il s'étoit passé. C'est au petit plateau de la Hourque de Cinq-Ours. Ce chasseur étoit fils du maître d'école de Beaudean qui avoit lui même servi de guide à M. de Plantade.

foyer & près d'un pouce d'ouverture. Les oculaires qui l'accompagnent portent le grossissement des objets à vingt fois. Un tube de verre rempli, à une bulle près, d'esprit-de-vin coloré, est fixé invariablement au tuyau de la lunette dans son intérieur, & deux petites ouvertures longitudinales sont ménagées pour laisser voir la bulle d'air, afin de pouvoir rectifier le niveau. L'objectif de la lunette est assujéti un peu excentriquement au bout d'un tuyau d'un pouce & demi de longueur qui recouvre à frottement bien juste l'extrémité du tuyau principal de la lunette; d'où il suit qu'en faisant tourner l'un de ces tuyaux sur l'autre, on fait varier l'axe de la lunette relativement à un tube à bulle d'air. Il résulte aussi de cette construction, qu'on peut éloigner ou rapprocher l'objectif des fils en croix qui sont à son foyer; ce qui est indispensable pour voir avec netteté les objets qui sont proches & ceux qui sont éloignés. On peut, à l'aide du genou par lequel l'instrument est porté, le placer très-promptement à-peu-près comme il doit être; mais pour l'amener juste à la situation horizontale, il y a entre le genou & lui une lame assujétiée par une extrémité & faisant ressort par l'autre : une longue vis accompagnée d'une large tête produit l'effet désiré en poussant ou

ramenant graduellement l'un des bouts du niveau. Cette vis, dont les pas sont très-réguliers & dont la tête est munie d'une division, rend l'instrument propre à la mesure des petits angles d'élévation & d'abaissement au dessus & au-dessous de l'horizon à moins d'un quart de minute d'incertitude. Le second niveau, quoiqu'un peu différent, est construit sur les mêmes principes : sa lunette est simple, & n'amplifie le diamètre apparent des objets que sept fois.

Dans un travail où il devoit être fait plus de mille opérations toutes dépendantes les unes des autres, & où une seule erreur auroit fait manquer le but, il étoit essentiel de prendre toutes les précautions pour n'en pas commettre. Celle qui nous a paru la plus importante a été de faire deux nivellemens, de les mener de front pour ne pas perdre de tems, de nous communiquer les résultats à chaque opération, & de ne pas faire un pas de plus sans nous être conciliés. Une autre précaution non moins importante a été de rendre l'exaôlitude du travail indépendante de l'intelligence & de l'adresse des manœuvres que nous devons employer. Pour cet effet nous préparâmes nous-mêmes deux voyans chacun de douze pieds de longueur. C'étoient perches de bois blanc : sur l'un des bords étoit une division de ligne en ligne ;

à côté étoit une seconde division de trois en trois lignes, enfin une troisième de pouce en pouce. Toutes ces divisions étoient formées par des parallélogrammes alternativement blancs & noirs; les intervalles de trois, six & neuf pouces étoient marqués par de gros points diversement figurés, & de gros chiffres distinguoient les pieds les uns des autres; par ce moyen chacun de nous pouvoit d'un coup-d'œil reconnoître l'inclination du terrain à moins d'une ligne d'incertitude sur une distance de 50 toises avec l'un des niveaux. Tous les instrumens ont été mis à l'essai avant notre départ, & en partant d'un certain point & y revenant par un circuit de 4 ou 500 toises, il ne s'est commis qu'une erreur de deux lignes par le premier des niveaux, & de trois ou quatre par l'autre en sens contraires.

Nous partîmes de Toulouse le 20 juillet, & nous rendîmes dans la plaine de Tarbes au château de Sarniguet dont le propriétaire, qui honore les sciences & cultive les lettres avec succès, étoit lié d'amitié avec l'un de nous. Il nous avoit offert chez lui l'asyle indispensable pour faire nos derniers préparatifs & disposer notre marche. Après avoir pris au château plusieurs repaires bien déterminés, nous commençâmes notre nivellement le 23 juillet, en le dirigeant

P iv

vers Tarbes par Aurenfan & Bazet. A Tarbes un accident assez bizarre en suspendit les opérations & faillit arrêter tout-d'un-coup nos travaux commencés : ils avoient éveillé la sollicitude d'un avocat de cette ville & alarmé la vigilance du maire. Il fallut rendre compte de nos projets à ce dernier ; nous eûmes bien de la peine à lui faire entendre qu'on pouvoit traverser Tarbes avec des niveaux sans en tirer le plat : il nous opposa son devoir, ses scrupules & les loix d'état. Nous n'avons pas eu depuis de plus grand obstacle à combattre que la conscience de ce maire. Enfin vaincu par notre obstination, ou peut-être séduit par les propos flatteurs que l'un de nous prit le parti de lui adresser, il nous permit d'achever, sous prétexte qu'en tems de paix les gens de notre espèce n'étoient pas fort à craindre (a).

Depuis Tarbes nous parcourûmes exactement le grand chemin qui conduit à Barèges, sans nous en écarter, qu'autant qu'il le falloit pour déterminer de tems en tems des repaires sables & apparens. Le tems humide & couvert nous seconda à souhait pendant les premiers jours ; mais à la suite d'un orage qui eut lieu le soir du 29, la sérénité se rétablit dans l'atmosphère, & le soleil qui en peu de jours pénétra les val-

(a) On ne doit pas perdre de vue que ceci s'est passé en 1787.

lées d'une chaleur excessive, nous livra aux piqures mordantes d'une espèce de mouches que les gens du pays appellent moustiques, & par qui nos jambes furent toutes ensanglantées, malgré le soin que nous prenions de les envelopper de papier.

Les difficultés croissoient à mesure que nous nous approchions du terme; & pour prévenir les dégoûts qui pouvoient naître de l'effet des fatigues passées & de l'idée des travaux à venir, nous résolûmes de passer tout-d'un-coup à l'exécution de ce que notre entreprise avoit de plus scabreux & de plus incertain. Le nivellement fut suspendu au hameau de Transariou à quatre-vingts toises au-dessus de Barèges. Ce fut là que nous prîmes nos mesures pour transporter nos opérations sur le sommet du Pic. L'un des bergers, dont les troupeaux broutent les pâturages qui en sont les plus voisins, m'avoit autrefois servi de guide; il étoit prévenu de notre arrivée, & nous reçut avec tous les signes de joie & de cordialité que la politesse des villes exagère, mais n'imité point. Sa cabane qu'il nous offrit nous parut trop éloignée du Pic, & il prit soin de nous en approprier une autre plus voisine, qui étant à près de 1200 toises au-dessus de la mer, est communément inhabitée. Nous prîmes possession de ce gîte le 4 août, à neuf heures du soir; après avoir cherché envain le

le sommeil pendant quelques heures, nous nous mêmes en marche pour tâcher d'atteindre le sommet avant le lever du soleil. Un ami, qui étoit venu jouir avec nous du vaste spectacle qu'offre cette montagne, nous quitta à huit heures du matin, & nous demeurâmes seuls dans le désert élevé. Une partie du jour fut employée à diverses observations; outre les instrumens relatifs à la météorologie, nous observâmes l'aiguille aimantée (*a*), le degré de pureté de l'air (*b*), & les angles de hauteur & de dépression apparentes des montagnes les plus remarquables (*c*).

(*a*) La déclinaison de l'aiguille aimantée étoit de 19° & quelques minutes, l'inclinaison de $66^{\circ} 30'$, & la variation diurne a eu lieu comme à la plaine; son *maximum* fut, entre deux & trois heures de variation, de 12 à 15 minutes. Cette dernière observation a été faite avec un barreau aimanté de 10 pouces de longueur, chargé d'une lunette très-légère & suspendu par un cheveu; le tout enfermé dans une boîte à panneaux de glace.

(*b*) J'y observai pour la seconde fois que l'atmosphère des sommets contenoit moins d'air vital que celle des vallées. J'avois éprouvé la même chose au Béarn l'année précédente; le père Pini & M. de Sauffure ont eu le même résultat dans leurs expériences. Pour cette fois l'eudiomètre à phosphore décrit dans les mémoires de l'académie de Toulouse, qui avoit indiqué, dans l'air de la vallée du Gavè de 98 à 101, quatre centièmes d'air vital, n'en indiqua sur le pic que 75.

(*c*) Les angles de hauteur apparente ont été obser-

Cependant la fatigue dont nous étions excédés, & les douleurs d'estomac dont l'un de nous se sentoît affecté, ne nous permettoient plus aucun travail. Couchés auprès d'un banc de neige & la tête posée à l'ombre d'un rocher, nous profitâmes de quelques momens de sommeil souvent interrompu. Vers le coucher du soleil nous reprîmes lentement le chemin de notre cabane, mesurant d'un œil inquiet les grands plateaux de neige, les rochers escarpés, les penchans rapides & couverts d'une herbe glissante. Chacun de nous, non moins découragé par ses propres terreurs que par l'incertitude de son collègue, renonça dès-lors à tenter des difficultés qui lui sembloient insur-

vés avec le niveau dont on a entendu la description. Les positions des montagnes qui nous étoient inconnues ont été déterminées par des observations graphométriques faites aussi sur ce sommet & sur ceux de Bergons & de la montagne appelée Néouvieille.

Il résulte en général de ces mesures, que le Pic de Midi est surpassé en hauteur par d'autres montagnes contre l'opinion des gens du pays ; que ce n'est point à la vallée d'Aran qu'appartiennent les sommets les plus élevés, comme l'avoient présumé quelques voyageurs ; enfin que celui qui domine toute cette partie de la chaîne, le mont Perdu, ne surpassé le Pic de Midi que de 253 toises,

montables. Le repos de la nuit suivante qui rétablit nos organes, ne put dissiper nos craintes; nous reprîmes du courage plutôt que de l'espérance, & ce fut presque à regret que nous commençâmes à niveller au-dessus du lac d'Onnet.

De nouveaux obstacles vinrent encore nous effrayer. Les troupeaux qui païssoient au-dessus de nous mettoient en mouvement les pierres dont la montagne est parsemée, & ces pierres, roulant avec vitesse, passaient auprès de nous & bondissoient quelquefois au-dessus de nos têtes. Cependant nous ne tardâmes pas à sentir qu'avec du tems & de la constance nos mesures pouvoient s'achever. Notre guide offrit de nous faire construire auprès du sommet une cabane qui, en rapprochant notre habitation du lieu de nos travaux, en facilitoit l'exécution & en abrégéoit la durée. Cette proposition nous combla de joie. La cabane fut bâtie, meublée & habitée le même jour : trois hommes achevèrent cet ouvrage. Ils l'assirent sur le penchant méridional du Pic, à 50 pas du sommet, auprès d'un tas de débris de schistes micacés. Trois petites murailles formées de ces pierres superposées, & qui à la hauteur de trois à quatre pieds se rapprochoient en forme de ceintre, composoient tout l'édifice. Le gazon entassé

sur le toit & contre l'un des côtés, la préfer-voit de l'inondation des pluies; tout le côté de l'est qui étoit demeuré ouvert, lui servoit de porte, & une grande dalle de pierre le fermoit pendant la nuit. Le plaisir d'habiter ces hautes régions nous fit endurer sans regret le travail assidu de trois jours & le froid de deux nuits. Nous jouîmes pendant ce tems des plus beaux spectacles que l'homme puisse rencontrer, & vîmes, à deux reprises, de grands orages se former & éclater devant nous.

Après le nivellement du sommet, ce qui nous restoit à faire n'offroit plus les mêmes dédommagemens, & nous n'étions plus animés que par le desir & l'espérance d'achever ce que nous avions commencé : notre empressement nous causa même une légère disgrâce. Etant partis un jour de Barèges pour aller chercher, à travers le brouillard qui couvroit la vallée, le repaire marqué la veille, une méprise nous jeta dans la vallée d'Escoubous où nous errâmes en désordre pendant huit ou neuf heures, jusqu'à ce que prenant pour guide le courant des eaux, nous fûmes ramenés à notre gîte. Enfin toutes nos opérations furent terminées le 14 août au hameau de Transariou, où elles avoient été interrompues. Pendant toute la suite de ce nivellement, nos niveaux s'ac-

cordoient toujours jusqu'à la ligne, quand nous opérions à de petites distances, comme cela avoit lieu sur le penchant de la montagne & dans la plaine : quand nos résultats différoient de plus de trois lignes, l'opération étoit répétée & les instrumens vérifiés, si cela étoit nécessaire pour leur entière conciliation.

Le tableau (a) que je mets sous les yeux de l'académie peut faire juger jusqu'à quel point les principaux résultats de nos opérations ont été conformes. La plus grande différence qu'on y remarque est d'un pied 5 pouces 4 lignes $\frac{3}{4}$, sur 1371 toises 0 pied 11 pouces.

Les travaux du nivellement ne nous permirent pas de donner aux observations barométriques tout le soin qu'elles exigeoient. Nous avons préparé sept baromètres de structure à-peu-près semblable; la plupart furent placés à diverses stations & confiés à des personnes dont les soins & la complaisance n'ont pu nous être d'un grand secours : nous en avons conservé deux que nous observions fréquemment; mais ce ne fut qu'au moment de quitter le Pic de Midi, qu'il nous fut permis d'en faire l'usage convenable. L'un de nous attendit sur le sommet que l'autre fût descendu jusqu'au lac

(a) Voyez ce tableau à la fin de ce mémoire. ❁

d'Oucet, & pendant ce tems furent faites des observations parfaitement correspondantes à tous les repaires marqués sur le penchant de la montagne. Celui qui étoit descendu le premier devint à son tour observateur stable, pendant que l'autre parcouroit, en descendant, les mêmes repaires. Le résultat général de ces observations est que la simple différence des logarithmes des hauteurs des baromètres fournit une mesure plus approchante de la vraie, que lorsqu'on y applique les corrections de M. de Luc, mais que la mesure est encore moins inexacte lorsque l'on prend le douzième degré du thermomètre pour celui auquel il ne faut point corriger la longueur de la colonne d'air, & pour chaque degré de plus ou de moins on ajoute ou on retranche $\frac{1}{200}$ de la hauteur indiquée par les logarithmes. Nous ne nous étendrons pas davantage sur cette partie de notre travail que nous avons projeté de reprendre quelque jour avec plus de soin & de loisir. Nos baromètres ne s'accordoient pas autant que nous l'aurions désiré, & les différences, quoique resserrées dans les limites d'une ligne, étoient sujettes à des variations que nous n'avons pu soumettre encore à aucune règle constante (a). Leur construction

(a) La constance dans le rapport de hauteur entre

ne différoit de celle des divers baromètres à syphon que par le moyen employé à y contenir le mercure & à les rendre portatifs. Tous les nôtres étoient composés de deux tubes de même calibre , longs, l'un de 30 pouces & l'autre de 7 ou 8 : ils étoient réunis par un tube dont le diamètre étoit moindre d'environ une ligne ; celui-ci formoit la courbure & s'élevoit d'un bon pouce au-dessus d'elle dans la branche courte , & une tige d'acier munie de deux pistons de peau fermoit à la fois l'orifice du tube de 7 pouces & du petit tube qui lui étoit soudé. L'instrument , ainsi fermé & maintenu dans une situation renversée , pouvoit être porté même sans ménagement en bandoulière , & nous avons éprouvé qu'il n'étoit pas moins commode dans la pratique que simple dans l'exécution.

les colonnes de deux ou de plusieurs baromètres , a été peut-être plutôt présumée que conclue d'après l'expérience. Schukburg , qui vante l'excellence de ses instrumens qu'il tenoit de la main de Ramsden , y a pourtant observé cette singulière variation. On trouve dans les mémoires de l'académie de Pétersbourg , qu'elle résulte aussi de la comparaison qui a été faite des instrumens de cette académie & de ceux de la société électorale de Manheim. Il seroit aisé d'ajouter de nouveaux témoignages à ceux-ci.

RÉCAPITULATION

*RÉCAPITULATION de deux nivellemens
faits en juillet & août 1787, par MM. REBOUL
& VIDAL, pour déterminer la hauteur du
sommet du Pic de Midi sur Tarbes & sur plu-
sieurs autres lieux.*

PREMIER NIVELLEMENT.			
<i>Récapitulation des opérations de H. REBOUL.</i>			
de A en B	47 ^P	5 ^P	9 ^h
B	C	253.....	0.....10
C	D	363.....	10.....6
D	E	103.....	5.....1
E	F	266.....	6.....10
F	G	540.....	5.....8
G	H	344.....	2.....6
H	I	120.....	0.....9
I	K	480.....	7.....5
K	L	464.....	2.....5
L	M	488.....	5.....7
M	N	424.....	1.....3
N	O	694.....	6.....0
O	P	438.....	0.....9
			de A en P 5019...1...4
de a en b	827.....	7.....	5
b	c	817.....	11.....7
c	f	390.....	7.....0
f	k	525.....	4.....9
k	m	—4.....	8.....5
m	o	225.....	7.....9
o	p	39.....	1.....5
p	q	13.....	2.....2
q	r	241.....	8.....0
r	ſ	52.....	9.....9
ſ	t	127.....	4.....6
t	y	44.....	8.....11
			de a en y 3197...9...8
Somme totale			8226 ^P . 11 ^P . 0 ^h

SECOND NIVELLEMENT.

Récapitulation des opérations de M. VIDAL.

de A en B	47.....	5.....	3	}	de A en P 3028..9...12
B C	252.....	11.....	10 $\frac{1}{2}$		
C D	363.....	10.....	5 $\frac{1}{2}$		
D E	103.....	5.....	2 $\frac{3}{4}$		
E F	266.....	7.....	1 $\frac{1}{4}$		
F G	340.....	3.....	10 $\frac{3}{4}$		
G H	344.....	2.....	8 $\frac{1}{2}$		
H I	120.....	0.....	9 $\frac{1}{2}$		
I K	480.....	7.....	8		
K L	464.....	1.....	7		
L M	488.....	4.....	9 $\frac{1}{4}$		
M N	424.....	0.....	9 $\frac{1}{2}$		
N O	624.....	5.....	4 $\frac{1}{4}$		
O P	438.....	1.....	7 $\frac{1}{4}$		

de a en b	827.....	8.....	11	}	de a en y 3126..8..5 $\frac{1}{4}$
b c	818.....	1.....	3 $\frac{1}{2}$		
c f	390.....	8.....	3		
f k	515.....	0.....	3		
k m	—4.....	10.....	9		
m o	225.....	6.....	9 $\frac{1}{4}$		
o p	39.....	3.....	10		
p q	12.....	4.....	1		
q r	241.....	7.....	8		
r f	52.....	7.....	7		
f y	171.....	10.....	5		

Somme totale.....8225^P..5^P...7 $\frac{1}{4}$

E X P O S É

D'EXPÉRIENCES

Faites pour déterminer la pesanteur spécifique des fluides, & par-là la force des liqueurs spiritueuses. On y a joint quelques observations sur un Mémoire intitulé : La meilleure Méthode de proportionner l'impôt sur les liqueurs spiritueuses ;

Inferé dans les Transactions Philosophiques ;

Par M. J. RAMSDEM.

IL paroît par un mémoire imprimé dernièrement dans les Transactions Philosophiques (vol. LXXX), que le gouvernement a en vue d'adopter de nouveaux réglemens pour déterminer l'impôt des liqueurs spiritueuses, & qu'il a engagé le président de la société royale de faire une suite d'expériences relatives à cet objet & propres à donner une méthode par laquelle le percepteur de l'impôt pût déterminer ce qui étoit dû pour différens mélanges par un procédé qui pût s'exécuter sous son inspection de la manière la plus facile & la plus satisfaisante.

En examinant le rapport fait sur cet objet

Q ij

par le secrétaire de la société royale & le plan qui a été suivi dans les expériences, il m'a paru qu'elles n'étoient pas si bien adaptées au but qu'on auroit pu l'espérer.

M'étant occupé de cet objet il y a plusieurs années, je vais présenter quelques observations & une suite d'expériences très-simples qui donnent, lorsqu'on en a besoin, un procédé très-facile & très-peu dispendieux, par lequel on peut obtenir des résultats plus satisfaisans que ceux que l'on a eus jusqu'à présent. Je donnerai aussi la description d'un instrument propre à déterminer la pesanteur spécifique de tout mélange d'alcool & d'eau, & la quantité d'alcool d'une force donnée qui y est contenue, par centièmes de son volume. En même-tems pour qu'on puisse déterminer la proportion d'alcool dans le composé qu'on appelle à présent *l'épreuve*, je donnerai le moyen d'obtenir la mesure qu'on appelle *gallon*, avec plus de précision qu'on n'en a besoin pour le commerce ou pour l'impôt.

Le sujet que je traite se divise donc en quatre parties ;

1°. La méthode de déterminer les proportions & d'exprimer en mesures les quantités d'alcool qui se trouvent dans les liqueurs spiritueuses, & d'en déterminer la pesanteur spécifique ;

2°. Le moyen de déterminer l'augmentation ou la diminution de volume qui s'opère dans un mélange par les différens degrés de température, avec la description d'un instrument propre à cet usage;

3°. L'application des expériences qui sont désignées dans les n°. précédens, à la construction d'un hydromètre qui donnera la pesanteur spécifique de tout mélange en millièmes parties de celle de l'eau distillée, & en même-tems la quantité d'alcool d'une force donnée qui se trouve dans le mélange en centièmes parties de son volume;

4°. Un moyen de déterminer les proportions d'alcool & d'eau dans le composé qu'on appelle à présent *épreuve*, lesquelles ont été établies par les *commissaires des coutumes* au poids de sept livres douze onces par gallon, à la température de 55 degrés du thermomètre de Fahrenheit. Comme il faut pour cet objet une mesure exacte du gallon, je donnerai un moyen de l'obtenir sans une erreur qui puisse monter à un millième du tout.

Pour revenir à la première partie, je vais rappeler une méthode dont j'ai fait usage à-peu-près en 1776 pour déterminer les proportions de l'alcool qui se trouvoit dans une liqueur. J'ai fait dans ce tems-là des hydro-

Q iij

mètres qui donnoient la quantité d'alcool en centièmes parties de la mesure du composé.

J'ai pris un vase de verre de la forme représentée *fig. 2, Pl. II*; la partie inférieure contenoit environ une pinte & demie : les deux cavités *A* & *B* étoient réunies par un col étroit autour duquel étoit gravé un cercle. Après avoir pesé avec soin le vase, je l'ai rempli d'alcool, jusqu'à ce que le cercle parût à l'œil dirigé horizontalement, comme la tangente de la concavité qui s'étoit formée à la surface de la liqueur : alors pesant le vase avec ce qu'il contenoit, j'ai obtenu le poids de l'alcool : j'ai considéré ce poids comme l'unité. La méthode de déterminer la proportion des différens mélanges n'étant qu'une répétition du même procédé, je me contenterai de donner un exemple, & je prendrai celui d'un mélange, doht une mesure contient 65 pour cent d'alcool.

Après avoir vuide le vase, j'y ai remis $\frac{65}{100}$ de la quantité d'alcool qu'il contenoit ; j'ai rempli le reste de la cavité avec l'eau distillée, jusqu'à ce que la surface du fluide s'élevât au cercle que l'on a dit gravé au col ; & après avoir bien remué le mélange, je l'ai laissé pour donner aux deux substances le tems de se pénétrer l'une & l'autre. A mesure que le mélange s'abaissoit au-dessous du cercle par la contraction qu'il éprouvoit, j'ajoutois de l'eau

distillée, & je répétois cette addition jusqu'à ce qu'il ne se produisît plus d'abaissement. J'obtenois ainsi par une expérience très-simple un mélange qui contenoit en alcool $\frac{56}{100}$ partie du volume du mélange. Cela fait, ce mélange étoit mis dans une bouteille qu'on bouchoit bien jusqu'à ce que les différens mélanges d'alcool & d'eau dont j'avois besoin, aient été faits. Après cela j'ai éprouvé la pesanteur spécifique de tous ces mélanges.

Ayant fait le nombre de mélanges qu'on desire pour déterminer la pesanteur spécifique de chacun à un degré connu de température, on prend une bouteille d'environ deux pouces & demi à deux pouces de diamètre, qui est représentée dans la *fig. 3, Pl. II*; elle a un col étroit & dont le diamètre est de 0,3 de pouce; la surface de l'extrémité du col doit être polie avec soin, bien douce & bien unie. L'on place dans la bouteille un thermomètre très-sensible, dont la boule soit assez petite pour passer par le col: le tube du thermomètre doit être applati d'un côté pour y graver la graduation, & pour avoir les degrés aussi grands qu'il est possible; toute la longueur du tube ne doit pas contenir plus de dix à douze degrés depuis environ 53 jusqu'à 63 (de Fahrenheit); alors on prend une petite plaque circulaire de verre dont

Q iv

le diamètre soit à-peu-près le même que celui de l'extérieur du col de la bouteille, & dont une surface doit être bien polie & bien unie; l'on fait au centre de cette plaque un trou qui doit recevoir l'extrémité du tube du thermomètre qui doit s'y adapter d'une manière exacte & solide. Lorsque la plaque est placée sur le col de la bouteille, la boule du thermomètre doit descendre presque jusqu'à son fond. Quand on a pesé à une balance très-sensible la bouteille munie du thermomètre, ou plutôt quand on a déterminé son contre-poids, on la remplit d'eau distillée qui doit avoir à-peu-près la même température que le lieu de l'expérience; ensuite on y plonge le thermomètre qui fait verser de l'eau par l'ouverture de la bouteille, & la plaque de verre qui s'applique à la surface supérieure du col, exprime toute la partie de l'eau qui s'étoit élevée au-dessus de la surface. Cela étant fait & la tare de l'appareil étant restée dans la balance, on pèse l'appareil rempli d'eau, & l'on observe la température indiquée par le thermomètre: par-là on a le poids de la quantité d'eau distillée qui remplit la bouteille; on vuide cette bouteille, on la sèche avec soin & on la remplit du mélange qu'on veut éprouver; dans cet état on la pèse de nouveau, on observe la température que l'on

suppose ici être la même que celle de l'eau ou de 60 degrés. A présent il est clair que le poids de l'eau distillée est à celui du mélange, comme l'unité est à sa gravité spécifique, à la même température. Nous avons par-là la gravité spécifique d'un mélange qui contient $\frac{65}{100}$ de son volume d'alcool, & l'on peut déterminer par la même méthode la gravité spécifique de tout autre mélange.

L'objet de la seconde partie est de déterminer la quantité de l'expansion ou de la contraction qu'éprouvent les mélanges pour différens degrés de température. Je vais donner la description d'un instrument par le moyen duquel on peut obtenir les résultats en dix millièmes parties du volume du mélange.

Prenez un vaisseau de verre de la forme représentée par la *fig. 2, Pl. II*, & qui consiste en une boule de verre de diamètre de $\frac{1}{4}$ pouces & de laquelle s'élève un tube semblable à celui d'un thermomètre à esprit-de-vin. La boule & le tube doivent avoir entr'eux des proportions telles que lorsqu'ils sont remplis d'alcool & plongés dans la glace, la surface de l'alcool qui est dans le tube s'abaisse tout près de la boule, & que quand ils sont plongés dans l'eau échauffée jusqu'à 100 degrés (de Fahrenheit), l'alcool s'élève jusque près de l'extrémité du tube. Pour

pouvoir remplir d'un fluide ce thermomètre sans appliquer la chaleur, il y a un tube court qui s'élève d'un côté de la boule & qui peut être fermé avec un bouchon qui lui est adapté très-exactement. Après avoir pesé le vase vuide, versez-y une quantité de mercure qui remplisse la boule & la moitié du tube, & gravez une marque à la surface du mercure. Dans cet état pesez le vase de verre & vous déterminez le poids de la quantité du mercure qui égale la cavité de la boule & de la partie du tube qui est au-dessus de la marque : prenez une autre quantité de mercure égale à la centième partie de la première, & après l'avoir versée dans le tube, faites une marque au point où se trouve alors la surface du mercure : mettez encore une quantité égale de mercure, & marquez sa surface. Cela fait, ôtez les deux parties que vous venez d'ajouter & de plus $\frac{1}{100}$ de la quantité primitive, & marquez le tube à la surface du mercure ; ôtez-en encore une quantité égale, & faites une marque à la surface du mercure : il est évident que l'espace ou la cavité intérieure du tube qui se trouve entre chacune de ces marques, est égal à $\frac{1}{100}$ partie du volume du mercure que l'on a d'abord mis dans le vase de verre. Divisez en centièmes les espaces qui se trouvent entre chacune de ces marques, en

ayant égard à l'inégalité du calibre intérieur du tube, s'il s'y en trouve, & l'espace qui sera entre chacune des divisions sera égal à $\frac{1}{10000}$ partie de la cavité occupée par la quantité de mercure que l'on a d'abord mise dans le vase. Il conviendrait de fixer cet instrument sur une échelle de cuivre ou d'ivoire ou d'une autre substance, & les divisions y seroient graduées, en commençant par celle qui est à la surface de la quantité de mercure qu'on a d'abord mise dans le vase, laquelle marqueroit 0, & le nombre des divisions au-dessus & au-dessous de ce point, à chaque dixième seroit gradué par 10, 20, 30, &c. : les nombres au-dessus de 0 indiqueroient la quantité de l'expansion en dix millièmes parties du volume, & ceux au-dessous de 0 indiqueroient la contraction en dix millièmes (a).

Pour faire usage de cet instrument, l'on n'a qu'à remplir la boule & le tube jusqu'à la division 0, du fluide qu'on veut éprouver à une température donnée, par exemple, à 60 degrés. On facilite l'introduction de la liqueur en ôtant le bouchon, afin que l'air puisse s'échapper de

(a) Dans ce procédé je préfère le mercure aux autres fluides, parce que l'exactitude qu'on peut donner à l'échelle est proportionnelle à leur densité.

la boule, & on le remet après : cela étant fait, plongez l'instrument avec un thermomètre très-exact dans un grand vaisseau rempli d'eau échauffée à-peu près à 100 degrés, & dans lequel la température change lentement : observez très-exactement la descente du mercure à chaque degré de son échelle, & en même-tems marquez les divisions parcourues par la surface du fluide sur l'échelle d'expansion ; elles exprimeront les quantités d'expansion en dix millièmes pour ces degrés de température : observez de même la quantité de la contraction, lorsque la température est au-dessous de 60 degrés, ou lorsque la surface du fluide est dans l'instrument au-dessous du 0 de l'échelle.

Il peut être plus commode pour l'usage, que l'instrument, au lieu d'avoir un bouchon, soit formé de deux tubes qui s'élèvent parallèlement sur la boule comme dans la *fig. 4, Pl. II* ; de manière que lorsqu'on introduit le fluide par un tube, l'air de la boule puisse s'échapper par l'autre tube. Tout le reste du procédé est tel qu'il a été décrit, & il est inutile de le répéter : il faut seulement avoir égard aux calibres intérieurs des deux tubes.

De cette manière on a un instrument que je regarde plutôt comme l'ouvrage d'un constructeur d'instrumens que comme celui d'un

physicien, & par lequel on peut obtenir d'une manière facile la contraction ou l'expansion d'un fluide en dix millièmes parties de son volume pour chaque degré du thermomètre, & éviter par-là plusieurs inconveniens des déterminations d'expansion par le poids.

Venons à présent à la troisième partie, dans laquelle je décrirai une nouvelle *balance hydromètre*.

En considérant que la tige de l'hydromètre ordinaire a toujours la même proportion avec la grandeur de la boule, d'où il suit que les gravités spécifiques déterminées par cet instrument peuvent être erronées & exigent une correction; en considérant encore que le fluide adhère à la tige, & que cet instrument est extrêmement sujet aux accidens, j'ai été porté à construire quelque instrument plus simple, plus exact & qui fût moins sujet à être dérangé. Avec un instrument tel que celui que je vais décrire, on peut avec facilité & exactitude déterminer la pesanteur spécifique d'un fluide à $\frac{1}{100}$ près du total. Il a de plus l'avantage qu'il exempte de l'usage de deux tables qui sont indispensables lorsqu'on fait usage de l'hydromètre ordinaire, l'une pour corriger les erreurs qui proviennent de la tige, l'autre pour réduire en parties centésimales la gravité spécifique d'un mélange.

J'ai imaginé pour cet instrument différens mécanismes dont quelques-uns sont plus avantageux que les autres ; mais pour donner une idée du principe, je décrirai celui dont la construction a le plus de simplicité.

La *balance hydromètre* est formée d'un levier de cuivre d'environ quatre pouces de long, qui se meut sur un axe (voyez la *figure 5, Pl. II*) ; à l'extrémité du levier est un crochet auquel est suspendue une boule de verre par le moyen d'un crin : l'axe du levier se meut dans un espace qui se trouve entre deux supports, & pour pouvoir dégager le levier & son axe, lorsque les circonstances l'exigent, les deux supports s'entr'ouvrent, en pressant un bouton & laissent l'axe en liberté. Sur le levier est une pièce mobile ou un poids que l'on peut glisser le long de la tige, & sur cette tige ou levier sont deux échelles, l'une qui indique la gravité spécifique du fluide que l'on soumet à l'expérience, l'autre la quantité d'alcool qui se trouve dans un mélange donné d'alcool & d'eau en centièmes parties du volume. La première de ces échelles contient deux cens divisions, dont la dernière se trouve du côté du crochet & est indiquée par le nombre 1000, les autres sont indiquées à chaque dixième par les nombres 900, 980, 970, &c. jusqu'à

300 : l'autre échelle ne contient que 100 divisions, & sa graduation se fait à chaque dixième nombre commençant près du crochet par 0, 10, 20, &c. jusqu'à 100. Les indices pour ces divisions sont sur le poids mobile.

Le vaisseau qui contient le mélange peut être de verre ou de métal; & pour la commodité du transport, le soutien est fait de manière qu'il peut être dégagé du bord du vaisseau, quand on le veut.

L'application de la balance hydromètre à la détermination de la gravité spécifique d'un fluide, se fait comme il suit :

Mettez une quantité suffisante du fluide qui doit être examiné dans le vaisseau, & fixez le soutien sur son bord; fixez aussi l'axe de la balance dans l'espace qui doit le recevoir entre les supports : plongez le tube de verre dans le fluide qui est dans le vaisseau, & glissez le poids le long de l'axe, jusqu'à ce que ses deux extrémités soient en équilibre : le nombre des divisions, déterminé par un index fixé au poids que l'on fait glisser, donne la pesanteur spécifique du fluide en millièmes parties; l'autre index donne en centièmes parties, sur l'échelle qui lui appartient, la proportion d'alcool qui se trouve mêlé avec l'eau au degré de température donné.

Je ne dois pas omettre de faire remarquer que la boule plongée dans le fluide étant de la même matière que les vaisseaux avec lesquels on a fait les expériences pour déterminer l'expansion & les gravités spécifiques, l'on n'a pas besoin de correction relativement à la dilatation de ces vaisseaux par la chaleur; mais lorsqu'on emploie des matières qui éprouvent des dilatations différentes, il faut corriger les résultats par la différence qui se trouve entre les quantités de dilatation de ces substances. Si l'on trouvoit une matière qui éprouvât le même degré de dilatation que le moyen des mélanges, le thermomètre deviendroit inutile, & les irrégularités de la dilatation des mélanges à différentes forces seroient trop petites pour produire une erreur sensible dans la quantité du droit à percevoir.

Peut-être par ces considérations une boule de cet alliage que l'on a d'abord appelé *bath métal* & qui est blanc, ressemblant à l'argent, mais qui est beaucoup plus dur & qui est très-peu sujet à être corrodé par les liqueurs spiritueuses, sera la matière la plus convenable, la dilatation qu'il éprouve étant à-peu-près la moitié de celle de l'eau-de-vie d'épreuve (*proof spirit*): alors l'expansion relative entre l'alcool & le métal n'est que la moitié de celle qui se trouve

trouve entre l'alcool & le verre. Conséquemment une erreur dans la détermination de la température du fluide ne produit que la moitié de l'erreur dans la gravité spécifique.

La quatrième partie est relative aux moyens d'obtenir la quantité proportionnelle d'alcool d'une gravité spécifique donnée contenue dans le mélange qu'on appelle à présent *épreuve*, *proof*, laquelle est établie au poids de 7 livres 12 onces par gallon à la température de 55 degrés.

Quoiqu'il y ait plus de vingt ans que le terme d'*épreuve* ait été établi, la proportion d'alcool dans le mélange qui remplit les conditions précédentes, n'a jamais été déterminée. Les hydromètres faits par différens constructeurs ne s'accordent pas dans la fixation de ce point & diffèrent, comme je fais, de plus de $7\frac{1}{2}$ par 100; & le gouvernement, pour éviter les difficultés, a été obligé de passer un acte pour légaliser pour un tems court l'hydromètre de Clarcck tout seul, quoiqu'il soit très-probablement aussi vague qu'aucun des autres, particulièrement pour les mélanges qui sont beaucoup plus spiritueux que l'*épreuve*.

Mais si l'on emploie des moyens convenables; ce terme peut être fixé avec autant de précision que tout autre. Je n'ai point de doute que

par la méthode que je vais décrire, on n'obtient la valeur de ce terme à $\frac{1}{10000}$ près du total.

L'obstacle qui s'est opposé jusqu'à présent à la détermination de ce terme, vient de la difficulté d'obtenir *en pratique* l'exacte capacité du gallon : on a à la vérité statué qu'il contenoit 231 pouces cubes ; cependant malgré les grands soins qu'a pris un comité établi par la chambre des communes vers l'an 1758 pour cet objet, & aidé du secours de plusieurs mécaniciens ingénieux, ce point fut laissé indéterminé. La méthode dont on fit usage consistoit à faire des cubes de différentes dimensions, à commencer par un pouce, lesquels furent exécutés avec beaucoup de soin par feu M. J. Bird, & sont à présent, comme je le fais, au dépôt de la chambre des communes. Mais si l'on considère la difficulté de faire un cube exact & celle de déterminer sa cavité avec précision, l'on sent que l'on ne peut donner une grande confiance à l'exacritude de la mesure du gallon qu'on a obtenue par cette méthode.

→ La figure géométrique la plus simple qu'on puisse exécuter avec exactitude semble être le cylindre. Par le moyen d'un instrument que j'emploie dans mes ateliers, on peut faire un cylindre & le mesurer sans beaucoup de peine jusqu'à $\frac{1}{500}$.

d'un pouce. L'on n'a donc qu'à faire un cylindre de cuivre ou d'autre métal d'environ 6 ou 8 pouces de diamètre & d'environ la même longueur. Le cuivre doit être préféré à tout autre métal, parce que ses dilatations sont les mêmes que celles de nos mesures de pouces, qui sont ordinairement faites de ce métal; son poids doit être tel qu'il le fasse plonger dans l'eau; & ayant déterminé avec soin ses dimensions en pouces & en dixièmes de pouce, l'on n'a plus qu'à le peser avec beaucoup de soin dans l'air & ensuite dans l'eau distillée avec une balance très-exacte, & par ce moyen on obtient une quantité d'eau égale à la solidité du cylindre; alors on a cette simple proportion: *comme le solide du cylindre déterminé en pouces est à son poids d'eau, 231 pouces sont au poids du gallon de ce fluide.*

Ayant ainsi obtenu le poids du gallon d'eau, pour se servir de ce résultat, l'on n'a qu'à construire un vase de cuivre de quelque forme convenable, ayant un petit col & de telle grandeur que, lorsqu'il est plein d'eau distillée, son contenu soit le poids d'un gallon, comme on l'a déterminé auparavant à la température de 55 degrés: mais le meilleur moyen de déterminer si le vaisseau est plein, est d'y verser de l'eau, jusqu'à ce que sa surface s'élève par un

R ij

effet de son attraction au-dessus du col du vase : alors en plaçant une lame de verre sur la surface de l'eau, elle chassera par sa pression tout ce qui passe le col du vaisseau.

Nous avons par-là un moyen usuel d'obtenir la quantité exacte du gallon, après quoi il ne sera pas difficile de déterminer la proportion de l'alcool dans un mélange, puisque, lorsque la mesure du gallon est remplie, ce que contient cette mesure peut peser exactement sept livres douze onces à une température donnée. L'on peut obtenir cela sans une erreur qui excède la vingt-millième partie du tout. De-là nous pouvons parvenir à une mesure permanente de capacité, & l'on peut employer la même méthode pour établir les mesures de poids, en déterminant la proportion du poids d'un pouce cube, &c. d'eau à celle de nos poids, onces, &c. En conséquence, aussi long-tems que nos mesures de pouces resteront les mêmes, nos mesures de poids & de capacité resteront aussi les mêmes.

Qu'on me permette à présent de comparer la méthode que je viens de rapporter avec celle qui a été décrite pour le même objet dans les Transactions Philosophiques. L'on a adopté la méthode de déterminer par le poids les proportions d'alcool & d'eau, & l'on a ajouté l'eau distillée dans la proportion de 5, 10, 15, &c.

grains à chaque 100 grains d'alcool, de manière que les mélanges dans les expériences étoient exprimés par les fractions vulgaires dans une progression harmonique, comme $\frac{100}{105}$, $\frac{100}{110}$, $\frac{100}{115}$, &c. les numérateurs dénotant les poids de l'alcool, & les dénominateurs ceux du mélange. Au contraire mes expériences sont prises en parties centésimales du mélange par mesure, comme $\frac{95}{100}$, $\frac{90}{100}$, $\frac{85}{100}$, &c. ou 95, 90, 85, &c. par 100 du volume.

Or toute transaction relative à la vente ou au droit sur les liqueurs spiritueuses étant réglée par la mesure & non par le poids, il est évident qu'avant que leurs résultats puissent être d'usage, ces proportions par poids doivent être réduites en leurs équivalens en mesures; que les effets de la concentration doivent entrer en compte, &c. & cependant après tout nous ne pouvons par aucun calcul tirer de ces expériences la gravité spécifique de 95 par 100, ou 90 par 100, ou 85 par 100, &c. sans avoir recours à une approximation; ce qui ne doit jamais être fait, à moins qu'il ne soit impossible d'obtenir des résultats directs. Au contraire par la méthode que j'ai décrite, nous remplissons ces conditions par des expériences très-faciles & sans aucun calcul.

De plus, la méthode que les membres de

la société royale ont suivie pour obtenir les gravités spécifiques de leurs différens mélanges, semble être sujette à plusieurs objections, & celle de déterminer l'effet de la chaleur est embarrassante, sans être satisfaisante. Elle est décrite de cette manière: « Ils avoient une bouteille presque sphérique d'environ 2,8 pouce de diamètre; son col étoit formé d'une portion de tube de baromètre d'environ $1\frac{1}{2}$ pouce de long: il étoit parfaitement cylindrique, & son calibre étoit d'environ 25 de pouce, & à l'extérieur près du milieu de sa hauteur étoit gravé un cercle fin pour servir de marque à l'endroit où il falloit élever la liqueur. L'on prenoit, par le moyen de cette bouteille, la gravité spécifique du mélange à différentes températures: la liqueur que l'on vouloit éprouver étoit d'abord amenée près du degré de température désiré; la bouteille étoit ensuite remplie de cette liqueur jusqu'au commencement du col seulement, afin qu'il restât de la place pour l'agiter; l'on passoit ensuite par le col de la bouteille dans la liqueur un thermomètre très-fin & très-sensible, qui indiquoit si elle étoit au-dessous ou au-dessus de la température que l'on desiroit. Dans le premier cas on exposoit la bouteille à l'air froid, ou même on la plongeoit dans l'eau froide, & pendant ce tems on

plongeoit fréquemment le thermomètre dans la liqueur, jusqu'à ce qu'il indiquât le point précis de température qu'on vouloit. De même, lorsque la liqueur étoit trop froide, on mettoit la bouteille dans l'air chaud, on la plongeoit dans l'eau chaude, ou plutôt communément on la tenoit dans ses mains, jusqu'à ce que par des essais répétés on la trouvât au point désiré. Il faut faire attention que pendant ces opérations par lesquelles on réchauffoit ou on refroidissoit le mélange, on agitoit fréquemment la liqueur entre chaque immersion du thermomètre, & l'on tenoit l'extrémité du tube recouverte aussi constamment qu'il étoit possible, soit avec le doigt, soit avec un couvercle d'argent fait pour cet objet ».

Par cette méthode de déterminer les gravités spécifiques & l'effet de la chaleur sur différens mélanges, l'on est sujet à une perte de tems beaucoup plus grande & à la difficulté d'élever au point désiré de température toutes les parties du fluide qui est contenu dans la bouteille; ce qui n'est pas aisé, particulièrement lorsque la différence entre la température de la liqueur & celle de l'air libre est grande. L'on nous dit qu'on produit cet effet en agitant la bouteille, & en laissant moins d' $\frac{1}{100}$ de vide; mais la moindre réflexion persuadera à chacun que dans

R iv

ces circonstances il est difficile de bien mêler un fluide dans une bouteille sphérique. L'on nous dit encore qu'on a obtenu le degré de température du fluide en plongeant de tems en tems un thermomètre dans la bouteille qui le contenoit : or ceux qui sont familiarisés avec les expériences thermométriques savent combien de tems il faut qu'un thermomètre soit plongé dans un fluide avant de pouvoir être assuré qu'il a acquis la même température, même à un demi degré près. Il y a plus : on ne peut avoir cette certitude que lorsqu'on voit le mercure se mouvoir dans le thermomètre en sens contraire, que lorsqu'il a été plongé dans la liqueur ; c'est-à-dire, qu'en supposant la température de la liqueur à 80, & celle du thermomètre avant l'immersion à 60, nous ne sommes certains que le thermomètre a la même température que la liqueur ; que lorsqu'après s'être élevé à 80, il recommence à descendre par le refroidissement. L'on peut prendre par-là une idée du tems & de la peine qui sont nécessaires pour donner à un mélange le degré de température que l'on desire ; je crois même que la chose est impossible, si on ne laisse le thermomètre constamment plongé dans la liqueur. Outre cela, quoique les expériences des commissaires de la société ne soient faites que de cinq degrés en

à cinq degrés de température, chaque fluide est soumis au moins à 44 pesées : jugez quel doit être sur la force de la liqueur l'effet de l'évaporation des parties les plus spiritueuses pendant toutes ces opérations, particulièrement lorsque la liqueur a une température beaucoup plus élevée que l'atmosphère, & si vous considérez l'effet du couvercle d'argent que de tems en tems l'on place légèrement sur le col de la bouteille, son pouvoir conducteur différent ne sera pas défavorable à l'évaporation.

Nous ne sommes pas moins sujets à des résultats erronés, lorsque la température du mélange approche de 30 degrés, & que celle de l'air est à 50 ou 60. Quelque soin que l'on prenne à sécher la bouteille, il sera impossible d'empêcher que l'humidité ne se condense à son extérieur ; ce qui peut augmenter sensiblement son poids.

Dans mes expériences il est évident que je ne dois peser le mélange qu'une fois ; ce qui étant fait à la température du lieu ou très-près de cette température, je n'ai rien à craindre de la différence de température qui peut se trouver dans les différentes parties du fluide. Outre cela la température peut être déterminée avec la plus grande exactitude, parce que le thermomètre reste constamment dans le fluide,

& il ne peut y avoir d'évaporation sensible pendant une simple expérience, parce que la surface de la liqueur est constamment recouverte d'une plaque de verre qui est en contact immédiat avec elle, & il y a peu de disposition à l'évaporation, lorsque la température du fluide est la même que celle de l'atmosphère environnante. Il est indifférent que la température des différens fluides soit la même ou non, lorsque leurs gravités spécifiques ont été déterminées; car ayant la température au tems de l'expérience & le taux de l'expansion, nous pouvons facilement réduire les différentes gravités spécifiques au même degré.

L'on voit par ce qui a été dit combien il est inconvenable de déterminer par le poids l'effet de la chaleur sur les mélanges. Par mon instrument nous n'avons rien à craindre de ce côté, car après que la quantité convenable de liqueur est versée dans le vase, l'extrémité du tube peut être scellée hermétiquement, jusqu'à ce que l'on soit satisfait des expériences.

Mais le plus grand avantage de la méthode que j'ai donnée, outre son exactitude, est, relativement à l'autre, la brièveté du tems nécessaire pour faire une suite très-complète d'expériences pour déterminer la force des mélanges ou la quantité d'alcool qui y est con-

renu, depuis cinq parties d'alcool par cent jusqu'à 100, à chaque degré de température selon le thermomètre de Fahrenheit, & cela peut être exécuté en peu de jours par une personne qui n'est pas fort habituée à l'art des expériences : au contraire, quoique les expériences décrites dans les Transactions Philosophiques ne descendent pas plus bas que la force de l'épreuve, & que la dilatation n'ait été déterminée que de cinq degrés en cinq degrés, l'on nous dit qu'elles ont occasionné plus de mille pesées.

On devoit raisonnablement espérer qu'on nous auroit fourni quelque règle pour appliquer aux mesures les proportions d'alcool déterminées en poids; mais comme on a omis cet article, je donnerai, pour ceux qui ne sont pas bien familiarisés avec ces matières, un exemple de calcul pour cet objet : ce sera le calcul du nombre de gallons d'alcool contenu dans chaque cent de mélange pour la proportion de 100 grains d'alcool & de 35 d'eau.

Supposez la gravité spécifique de l'eau 1, & celle de l'alcool 825, le volume de la quantité d'alcool pesant 100 grains sera 121, 2121, &c. lequel étant ajouté à 35, volume de l'eau, la proportion dans cette expérience sera exprimée par cette fraction $\frac{121}{156}, \frac{2121}{2121}$, laquelle réduite fera

voir què dans chaque 100 gallons du mélange il y a 77,5945 gallons d'alcool, & le résultat seroit certain, s'il se faisoit un mélange mécanique, c'est-à-dire, s'il n'y avoit pas de pénétration : mais comme les deux substances se pénètrent mutuellement, il faut calculer l'effet produit par cette circonstance. Auparavant il est nécessaire de calculer quelle auroit été la gravité spécifique du mélange, s'il n'y avoit pas de pénétration ; ce qu'on trouvera en divisant 135, poids total des deux substances, par 156, 2121 qui est leur volume : le quotient 8642 auroit été la véritable pesanteur spécifique, s'il n'y avoit pas eu de pénétration.

Mais la diminution de volume par la pénétration étant en raison inverse, comme la gravité spécifique par calcul est à la gravité spécifique déterminée par l'expérience, nous aurons la proportion suivante : Comme 8642, qui est la gravité spécifique du calcul, est à 88181, qui est le résultat de l'expérience donné dans la table des Transactions Philosophiques, l'unité est à 98004, qui est la quantité à laquelle le volume est réduit par la pénétration ; enfin comme 98004 est à 1, le nombre 77,5945 est à 79,1748, &c., c'est-à-dire que chaque 100 gallons de mélange d'une gravité spécifique de 88181, contiendra 79,1748 gallons d'alcool

d'une pesanteur spécifique de 825, à une certaine température.

Ainsi après un long calcul nous avons la pesanteur spécifique d'un mélange qui contient par cent 79,1748 gallons d'alcool; maintenant c'est la gravité spécifique des parties centésimales du mélange que nous cherchons; mais je ne fais comment m'y prendre pour déterminer le mode d'obtenir de ces résultats la gravité spécifique d'un mélange qui contient 80 d'alcool par cent.

L'on pourroit conclure de ce qui vient d'être dit, que je considère le mode présent de déterminer le terme de l'épreuve, comme préférable à tout autre: ce n'est cependant pas le cas; mais il est hors de doute qu'il n'y ait plusieurs avantages à retenir la valeur actuelle de l'épreuve; on préviendra par-là la confusion qui arrive toujours dans le commerce, lorsqu'on introduit quelque changement de valeur ou de dénomination de marchandises. Je proposerois donc de déterminer quelle est la gravité spécifique de l'épreuve par l'hydromètre de Clark, ou comme elle étoit fixée (par le poids, par gallon), & de faire de cette gravité spécifique le terme: retenant ainsi la valeur actuelle de l'épreuve, la bouteille (*the bubble*) reste encore une indice lorsqu'on n'a pas des hydromètres sous sa main; & l'épreuve étant presque le terme

moyen des différentes forces auxquelles les liqueurs spiritueuses sont importées, nous facilitons le calcul pour réduire à cette valeur les droits sur les liqueurs spiritueuses à différens degrés de force : notre multiplicateur seroit rarement plus grand que 11, parce qu'on ne permet d'importer d'aucun endroit, si ce n'est des Indes occidentales, des liqueurs spiritueuses plus fortes que 11 pour cent comparativement avec l'épreuve ; au lieu que si le terme de l'épreuve auquel le droit est établi, étoit pris à une gravité spécifique de 825, nous aurions une réduction considérable, notre multiplicateur seroit rarement moindre que 72 & souvent au-dessus de 90.

Relativement au thermomètre dont on doit faire usage avec la balance hydromètre, outre l'échelle de Fahrenheit, il pourroit être utile d'avoir des échelles pour l'effet de la chaleur sur les mélanges de différentes pesanteurs spécifiques, ou qui diffèrent par centièmes d'alcool, lesquelles dénoteroient quelle réduction ou augmentation devoit être faite par centièmes sur le droit de l'épreuve. La même chose pourroit se faire, ayant le degré de chaleur sur l'échelle de Fahrenheit, & l'appliquant à une table calculée pour cet objet. Quand le gouvernement aura fixé la valeur de l'épreuve, j'ai l'intention de construire une petite table sur des

principes très-différens de ce qu'on a fait jusqu'à présent, & par laquelle l'effet de la chaleur sur un mélange pourra être déterminé par parties centésimales ou même par fractions de parties centésimales du droit de l'épreuve, & cela par la simple inspection.

Pour éclaircir ce que je viens de rapporter sur l'avantage de se fixer à la valeur actuelle de l'épreuve, & aussi pour faire voir la supériorité des proportions centésimales, je donnerai deux exemples de calcul pour réduire le droit des liqueurs spiritueuses de force & de température différentes, à celles de l'épreuve.

Règle. Par le moyen d'une table ou autrement, calculez le droit sur un nombre de gallons ou par gallon de liqueurs à l'épreuve : alors prenez le nombre de parties centésimales indiquées par la balance hydromètre & aussi celles indiquées par le thermomètre : si les échelles donnent toutes deux des quantités additionnelles ou des quantités qu'il faut soustraire, prenez la somme ; mais si une quantité est additionnelle, & que l'autre soit soustractive, prenez la différence : alors multipliez la somme ou la différence par la valeur de l'épreuve, & le produit, après avoir séparé à droite deux chiffres pour les parties décimales, sera la correction. Si l'on a pris la somme, les deux échelles montreront si cette correction doit être ajoutée à

la valeur de l'épreuve, ou si elle doit en être soustraite; mais si l'on a pris la différence, il faut l'appliquer comme il est indiqué par le plus grand des deux nombres sur sa propre échelle.

Exemple I. Supposons que le droit sur la liqueur d'épreuve est de 7 sols par gallon, & la quantité 120 gallons :

120 à 7 sols.....	42 liv.
Force indiquée par l'hydromètre, 7 pour cent au-dessus.....	} somme 10
Par le thermomètre pour la température, 3 pour cent au-dessus.....	
	<u>4,20</u>
La correction qui, étant ajoutée aux 42 livres (les deux nombres étant additionnels), donne.....	
" pour le droit sur le mélange corrigé, pour la force & pour la température.	46,20

Exemple II. 120 gallons à 7 sols, 42 liv.

Par l'hydromètre au-dessous de l'épreuve, 7 pour cent...	} différ. 4
Par le thermomètre, au-dessus de l'épreuve, 3 pour cent..	
Correction.....	<i>soustr.</i> 1,68
Le droit corrigé.....	40,32

Mais

Mais avant de faire aucune expérience sur cet objet, le terme de l'épreuve devoit être fixé, & les proportions dont on doit se servir pour les expériences, prises en liqueurs de ce degré de force par les résultats déjà donnés dans les Transactions Philosophiques; nous pouvons, au moyen du calcul, approcher assez près de ce que seroit la pesanteur spécifique des mélanges dont les proportions seroient établies en parties centésimales sur ce terme, aussi loin que les expériences ont été portées; mais les conclusions ne seroient jamais très-satisfaisantes, & l'on répéteroit les expériences sur un plan sujet à moins d'objections & également exact, & cela seroit l'ouvrage de peu de jours avec une dépense qui, excepté celle des liqueurs spiritueuses, ne passeroit pas de cinq à dix livres.

Cependant il y a certaines circonstances où la densité des liqueurs spiritueuses n'est pas un indice de leur force, car il est bien connu que l'on a commis des fraudes en dissolvant dans les liqueurs spiritueuses quelques substances par lesquelles la pesanteur spécifique a été augmentée sans une diminution sensible de la force; par quoi l'on a éludé l'essai de l'hydromètre ordinaire. Cela m'a engagé à faire les expériences suivantes, non avec une grande exactitude, mais simplement pour donner un exem-

Tome XIII,

S

ple de l'usage plus étendu que l'on peut faire de la balance hydromètre.

J'ai pris de l'eau-de-vie telle qu'on en trouve ordinairement chez les marchands ; sa pesanteur spécifique étoit 936 à 60 degrés de température ; j'y ai ajouté du sucre , non pas , à ce que je crois , autant qu'elle pouvoit en dissoudre ; après avoir bien agité la solution , je l'ai laissée en repos pendant 48 heures dans une phiole bouchée , & lorsqu'elle a paru passablement claire , j'ai examiné sa pesanteur spécifique qui s'est trouvée de 976 à la même température qu'auparavant. Pour éprouver jusqu'à quel point on pouvoit découvrir les dissolutions de cette espèce , j'ai fait un bassin léger de cuivre qui est représenté *fig. 6 , Pl. II* , & qui peut être suspendu au crochet de la balance par le moyen d'un fil de cuivre ; au lieu du crin & de la boule de verre , une extrémité du fil de cuivre est fixée dans le milieu du bassin , l'autre se termine au crochet qui le fixe à la balance. Le poids du bassin & du fil de cuivre est tel , que lorsque je le suspendois à la balance , & que le poids mobile étoit fixé à 1000 , il y avoit équilibre : j'ai mis le poids mobile à 800 , & j'ai versé dans le bassin assez de liqueur pour rétablir l'équilibre. J'appellerai cette quantité 200.

Alors j'ai dégagé le bassin, j'ai fait évaporer la liqueur sur le feu, & le sucre est resté au fond du bassin; lequel étant suspendu de nouveau à la balance, & l'équilibre étant rétabli en repoussant le poids mobile le long du fléau, l'index a indiqué 979,7 : par conséquent la dissolution contenoit $\frac{201}{1000}$ de son poids de sucre. Après cela j'ai pris 200 parties d'eau-de-vie sans sucre, & elles ont laissé par l'évaporation un peu de substance noire qui ne pesoit pas plus de $\frac{1}{1000}$ du tout.

Enfin j'ai pris du rum de la même pesanteur spécifique ou de 936; & y ayant ajouté du sucre avec les précautions décrites, j'ai déterminé sa pesanteur spécifique qui étoit de 964. Le rum sans sucre traité de la même manière que l'eau-de-vie, a laissé de même un résidu qui n'excédoit pas un millième du total.

Ces expériences font voir la possibilité de prévenir les fraudes du droit par de pareilles dissolutions. Peut-être peut-on trouver des substances qui augmentent la densité des liqueurs spiritueuses beaucoup plus que le sucre, & aussi des méthodes de précipiter les substances sans distillation; mais n'étant pas chimiste, je n'en ai pas connoissance. Si l'on étoit instruit que les percepteurs de l'impôt possèdent un instrument propre à découvrir ces fraudes, cela

pourroit empêcher qu'on ne les tentât, & dans le cas de soupçon un percepteur pourroit, en moins de dix minutes, déterminer la proportion du résidu à moins de $\frac{1}{100}$ près du tout.

Telle est la précision que j'ai cherchée; mais la balance hydromètre étant un objet nouveau, & les percepteurs de l'impôt n'ayant pas l'habitude de s'en servir, la détermination des gravités spécifiques par son moyen peut paroître d'abord exiger plus de tems que l'usage de l'hydromètre ordinaire; mais je suis persuadé qu'après un exercice d'une heure, un percepteur pourra déterminer la gravité spécifique d'une liqueur spiritueuse dans l'espace de deux minutes; & si l'on considère les changemens de poids, &c. je doute beaucoup que l'opération par l'hydromètre ordinaire puisse être faite plus promptement; d'ailleurs le tems seroit amplement compensé par l'exacritude des déterminations.

Mais si nous supposons qu'on fasse usage d'une méthode moins exacte, nous pouvons être certains que quelles que soient les erreurs, elles tourneront infailliblement au désavantage de l'impôt. Aussi-tôt que ces objets seront arrêtés, les marchands se procureront eux-mêmes les instrumens convenables pour déterminer avec la plus grande précision quel doit être le droit sur leurs liqueurs: si les erreurs sont contraires

à leurs intérêts, ils ne manqueront pas de se plaindre, & des déterminations vagues ne satisfèront que ceux à qui elles sont profitables. De plus un moment de réflexion nous convaincra que la réunion de petites erreurs qui séparément pourroient être considérées comme des bagatelles, feroient une somme très-considérable sur cette branche de revenu public.

Cependant si l'on tenoit aux hydromètres ordinaires parce que les percepteurs de l'impôt sont accoutumés à leur usage, j'en ai construit un qui semble avoir plusieurs avantages sur ceux que j'ai vus jusqu'à présent; il est formé d'un tube de verre d'environ 4 pouces & de $\frac{1}{4}$ de pouce de diamètre (*fig. 7, Pl. II*); l'extrémité supérieure de ce tube se termine en un plus petit tube, dans lequel est une tige d'ivoire; sur cet ivoire est une échelle qui contient 100 divisions: au milieu est 0; les autres graduations au-dessus & au-dessous du 0 indiquent les nombres 10, 20, &c. jusqu'à 50. Le 0 exprime la force ou la gravité spécifique de la liqueur spiritueuse d'épreuve à la température de 60 degrés; les divisions au-dessus de 0 indiquent en parties centésimales de combien la liqueur est plus forte que l'épreuve; celles qui sont au-dessous de 0 indiquent également en parties centésimales de combien la liqueur est plus foible.

S iij

La partie inférieure du tube qui est la plus large contient un thermomètre gradué d'un côté selon l'échelle de Fahrenheit, & de l'autre une échelle qui indique en parties centésimales de la valeur de l'épreuve, de combien la liqueur paroît plus forte ou plus foible qu'à la température de 60 degrés. Le 0 de cette échelle répond au 60° degré de Fahrenheit, & les divisions au-dessus & au-dessous de ce point indiquent les nombres 10, 20, &c. Les nombres qui sont au-dessus du 0 désignent le nombre des parties centésimales qu'il faut soustraire pour corriger les résultats de l'hydromètre à la température de 60 degrés : ceux qui sont au-dessous désignent le nombre de parties centésimales qu'il faut ajouter.

On se sert ainsi de cet hydromètre : on le plonge dans la liqueur spiritueuse dont on veut déterminer la valeur, & l'on observe à quelle division de la petite échelle d'ivoire l'hydromètre s'arrête ; ce nombre exprime en parties centésimales combien la liqueur se trouve au-dessus ou au-dessous de l'épreuve, en supposant la température à 60 degrés du thermomètre de Fahrenheit, ou au 0 de l'échelle de correction sur le thermomètre : alors on retire l'hydromètre, & l'on examine à quel point de l'échelle de correction s'est fixé le mercure du

thermomètre. Ce nombre exprime en parties centésimales de la valeur de l'épreuve la correction, pour réduire le résultat de l'hydromètre à la température de 60 degrés.

Le calcul sera le même que celui qu'on a exposé ci-devant.

Cet instrument semble plus simple & plus convenable que l'hydromètre ordinaire. En réunissant l'hydromètre & le thermomètre, on évite l'embaras de deux instrumens séparés, & le tube inférieur étant à-peu-près cylindrique, il trouve moins d'obstacle à se mouvoir dans un fluide, que s'il avoit la forme sphérique ordinaire. L'échelle étant d'ivoire, les divisions deviennent plus sensibles que celles de toute autre matière; & sans l'inconvénient des poids, l'on a une échelle qui excède les limites auxquelles il est permis d'importer les liqueurs spiritueuses. A cela l'on peut ajouter la commodité des graduations centésimales. Cependant après tout je ne puis m'empêcher de regarder comme plus convenable l'usage de la balance hydromètre, mais dans laquelle il pourroit être préférable d'avoir, au lieu d'une boule, un cylindre de verre qui contiendrait un thermomètre.



DIVERSES EXPÉRIENCES

*Sur la combinaison de l'étain avec
le soufre ;*

Par M. PELLETTIER (a).

QUOIQUE nous ne rencontrions point parmi les minéraux la combinaison naturelle de l'étain & du soufre, cependant l'art l'opère avec la plus grande facilité. En ajoutant du soufre à de l'étain que l'on tient en fusion dans un creuset, l'on obtient une substance minérale qui a le brillant métallique, & dont la cassure est quelquefois rayonnée, mais très-souvent lamelleuse ; le soufre s'y trouve, d'après *Bergmann*, dans les proportions d'environ 20 livres au quintal. Cette combinaison est désignée sous le nom d'étain sulfuré, & par des chimistes modernes sous le nom de *sulfure d'étain*. Si l'on veut unir une plus grande quantité de soufre à l'étain, il faut faire usage de procédés particuliers, & se servir de divers intermèdes ; tels que le mercure, le muriate d'ammoniaque, & alors au moyen d'un feu con-

(a) Extrait d'un mémoire lu à l'académie des sciences, en janvier 1792.

venable & long-tems continué, l'on parvient à faire entrer dans cette combinaison un peu plus de 40 livres de soufre par 100 livres d'étain (d'après *Bergmann*), & le nouveau produit qui est de couleur d'or, est nommé or musif.

La préparation de l'or musif a été décrite par *Kunkel*. Plusieurs pharmacopées ont aussi indiqué la manière de le préparer. On le faisoit autrefois prendre intérieurement, mais aujourd'hui l'or musif n'est plus d'usage en médecine; on l'emploie pour des décorations, les physiciens s'en servent aussi pour frotter les coussinets des machines électriques.

Pour préparer l'or musif, l'on employoit parties égales d'étain, de mercure, de soufre & du muriate d'ammoniaque; mais M. de Bullion nous a appris que l'on pouvoit diminuer la dose de soufre & sur-tout celle du muriate d'ammoniaque, & obtenir autant d'or musif & d'une aussi belle qualité; & suivant M. de Bullion, il est nécessaire que l'étain soit pourvu de tout son phlogistique, pour que l'or musif puisse s'obtenir. *Bergmann* le croyoit de même, & comme personne n'a écrit contre leur opinion, il paroît que c'est celle qui est généralement reçue. J'indique assez le sujet de mes observations qui seroient de peu d'intérêt, si elles

n'étoient accompagnées d'une suite d'expériences dont je vais présenter les détails.

Première Expérience.

Parties égales de mercure, de muriate d'ammoniaque, d'étain & de soufre, m'ont donné de l'or musif très-beau; c'est le premier des procédés connus que l'on trouve décrit dans presque tous les livres de chimie: j'y renvoie pour la manipulation.

Seconde Expérience.

Huit onces d'étain, huit onces de mercure, dix onces de soufre & quatre onces de muriate d'ammoniaque, m'ont fourni de l'or musif très-beau; c'est le procédé indiqué par M. de Bullion, dans lequel il y a de moins deux onces de soufre & quatre onces de muriate d'ammoniaque; c'est particulièrement sur ce dernier ingrédient que porte l'économie, puisqu'il est diminué de moitié. Le mercure & le muriate d'ammoniaque que l'on emploie dans ces deux procédés servent à diviser & à oxidier l'étain qui ensuite à l'état d'oxide s'unit au soufre & fait l'or musif. Il est difficile de suivre exactement ce qui se passe dans ces opérations. Je ne parlerai pas de l'explication que l'on en a déjà donnée; mais voici comment je conçois que l'on doit concilier les résultats qu'elles nous

offrent avec les principes adoptés par des chimistes modernes : de la réaction du muriate d'ammoniaque sur l'étain survient un dégagement de gaz hydrogène ; l'étain qui se trouve ensuite à l'état d'oxide, décompose le muriate d'ammoniaque, & l'ammoniaque qu'il en dégage s'unit avec le soufre, & tous deux passent dans la distillation sous la forme de sulfure d'ammoniaque. L'acide muriatique s'unit à l'étain oxidé, & forme du muriate d'étain dont une très-petite partie, passe dans la distillation ; l'autre portion est ensuite décomposée par l'action du feu, & l'oxide d'étain qui reste s'unit au soufre, & forme de l'or musif. L'acide muriatique qui se volatilise, rencontrant de l'ammoniaque, s'y unit & régénère du muriate d'ammoniaque. Il y a aussi dans cette opération une portion d'étain qui a été simplement oxidé, & qui dans cet état s'est uni au soufre, & a produit de l'or musif. Il y a de plus une portion de muriate d'ammoniaque qui échappe à la décomposition, & qui se sublime en nature. Quant au mercure, il s'unit au soufre, & leur combinaison donne du sulfure de mercure qui se sublime. L'on trouve quelquefois une petite portion d'or musif dans la partie supérieure des vaisseaux dans lesquels l'opération a été faite ; cet or musif est en belles lames souvent hexagones. Au pre-

mier apperçu l'on croiroit que c'est de l'or mu-
fif qui s'est volatilisé ; mais comme il n'est point
volatil , voici comment il paroît que cette
sublimation a pu avoir lieu : le muriate d'am-
moniaque, en se volatilifant, enlève avec lui une
petite portion d'oxide, & c'est cet oxide d'étain
qui dans le moment de la volatilifation s'unit
au soufre qu'il rencontre sous l'état de vapeur,
& l'or muſif qui résulte de leur union, s'attache
dans l'endroit où il vient d'être formé. L'on ne
doit donc point regarder cet or muſif comme
volatilifé. La complication du procédé pourroit
laisſer des doutes sur l'explication que je donne
de la formation de l'or muſif ; je vais donc
l'appuyer des résultats de quelques expériences
directes & moins compliquées. Il est très-essen-
tiel, dans les procédés que je viens de rapporter,
de bien ménager le feu ; car s'il est un peu
trop pouſſé, alors il passeroit sur la fin de l'o-
pération de l'acide sulfureux, & au lieu de l'or
muſif l'on n'obtiendroit qu'une substance qui
seroit noire, & qui auroit un aspect métallique :

Troisième Expérience.

J'ai fait dissoudre 600 grains d'étain dans en-
viron 4 onces d'acide muriatique. Les phéno-
mènes de cette dissolution étant connus, je n'en
parlerai point, J'ai mis ensuite la liqueur dans

une capsule de verre, & j'y ai ajouté 600 grains de soufre. J'ai placé la capsule sur un bain de sable à une douce chaleur, & je l'y ai laissée jusqu'à ce que la matière fût devenue concrète. Dans cette évaporation il s'est dégagé beaucoup de vapeurs d'acide muriatique. Le résidu ayant été pulvérisé pour que le mélange se trouvât exact, je l'ai ensuite introduit dans une cornue que j'ai chauffée comme dans les opérations ordinaires de l'or musif. Dans cette distillation il s'est sublimé, dans le col de la cornue, du muriate d'étain concret, ensuite un peu de soufre; ce qui restoit dans la cornue étoit de l'or musif d'une belle couleur.

Quatrième Expérience.

Un mélange de parties égales de limaille d'étain, de soufre & de muriate d'ammoniaque, a donné à la distillation du sulfure d'ammoniaque, du gaz hydrogène sulfuré, un peu de soufre & du muriate d'ammoniaque: ce qui restoit dans la cornue étoit de l'or musif très-beau.

En réfléchissant sur ce qui se passe dans cette opération, l'on voit que le muriate d'ammoniaque est décomposé par l'étain, que l'ammoniaque dégagé s'unit à du soufre, & forme du sulfure d'ammoniaque; l'on voit encore que

l'acide muriatique s'unit à l'étain & en dégage du gaz hydrogène qui, en se volatilifant, entraîne un peu de soufre & forme le gaz hydrogène sulfuré. Enfin le muriate d'étain est ensuite décomposé par l'action du feu comme dans la dernière expérience. L'acide muriatique dégagé retrouve de l'ammoniaque avec lequel il régénère du muriate d'ammoniaque, & l'oxide d'étain qui reste fixe, s'unit au soufre & fait l'or muſif.

Cinquième Expérience.

Dans les précédentes expériences j'ai observé que, pour peu que l'on donnât un coup de feu trop fort, ce n'étoit point de l'or muſif, mais de l'étain sulfuré que l'on obtenoit. Je puis même dire que les artistes les plus exercés à cette opération n'y réussissent pas constamment. Il falloit donc trouver le moyen de tirer parti des opérations manquées, c'est-à-dire, de pouvoir faire de l'or muſif avec de l'étain sulfuré, puisque c'est toujours ce produit que l'on obtient, lorsque le feu a été poussé trop fort, quels que soient les ingrédients qu'on ait employés : c'est donc dans ces vues que j'ai tenté les expériences suivantes. Je vais, avant tout, indiquer le procédé que j'ai suivi pour sulfurer l'étain. J'ai fait fondre dans un creuset 100 onces

d'étain fin ; lorsqu'il a été fondu, j'y ai ajouté du soufre par parties, jusqu'à ce que l'étain en parût saturé : à chaque projection de soufre le métal devenoit sensiblement moins fusible. Ayant ensuite retiré le creuset du feu, j'y ai laissé refroidir le produit de la sulfuration, afin d'en perdre le moins possible. L'étain ainsi sulfuré avoit augmenté de poids ; il pesoit 116 onces & demie. Cette augmentation ne répond qu'à environ 15 livres de soufre par 100 livres d'étain. Cependant *Bergmann* dit que l'étain peut par ce procédé retenir près de 20 livres de soufre. Il est vrai que dans l'acte de la sulfuration il peut s'être volatilisé de l'étain, & c'est sans doute par la voie humide que *Bergmann* aura examiné l'étain sulfuré, pour s'assurer que le soufre y existe dans les proportions de 20 livres au quintal.

L'étain sulfuré par le procédé que je viens de décrire, présentoit une masse métallique lamelleuse, ayant un aspect bleuâtre absolument semblable à celui de la molybdène. Cette masse étoit boursoufflée, & elle offroit plusieurs cavités dans lesquelles l'on appercevoit des cristaux d'étain sulfuré, dont la figure étoit le cube passant à l'octaèdre. Dans une des cavités j'ai observé un cristal assez gros n'ayant qu'une pyramide bien prononcée, laquelle offroit un té-

traëtre à facettes équilatérales : ces cristaux ont ; pour me servir des termes reçus parmi les minéralogistes, un aspect spéculaire.

Sixième Expérience,

J'ai fait un mélange de parties égales d'étain sulfuré réduit en poudre & de muriate d'ammoniaque ; l'ayant introduit dans une cornue de verre lutée, j'en ai fait la distillation, & j'ai eu pour produit, 1°. un peu d'ammoniaque, 2°. quelques gouttes de sulfure d'ammoniaque, 3°. enfin du muriate d'ammoniaque, qui s'est sublimé dans le col de la cornue.

Le résidu de cette distillation offroit une masse noire irisée comme certaines pyrites, boursoufflée, très-friable, & dont l'aspect étoit bien différent de celui de l'étain sulfuré. Je regarde cette substance comme une combinaison d'oxide d'étain & de soufre, dans laquelle l'oxide d'étain n'est point saturé de soufre. Je vais confirmer cette donnée par l'expérience suivante.

Septième Expérience.

A un mélange de 600 grains d'étain sulfuré & de 600 grains de muriate d'ammoniaque, j'ai ajouté 600 grains de soufre en poudre ; j'ai ensuite introduit le tout dans une cornue, & j'ai procédé à la distillation. Les produits
que

que j'ai obtenus sont du gaz hydrogène sulfuré, du sulfate d'ammoniaque, un peu de soufre & du muriate d'ammoniaque de couleur jaunâtre qui étoit cristallisé en octaèdre, & dans la cornue j'ai trouvé un peu plus d'une once d'or musif. Les phénomènes qui ont lieu dans cette opération diffèrent de ceux de la précédente expérience; en ce que l'ammoniaque dégagé du muriate d'ammoniaque trouve du soufre libre avec lequel il se combine, & produit du sulfure d'ammoniaque; ils en diffèrent encore en ce que l'oxide d'étain & le muriate d'étain produits trouvent aussi du soufre non combiné, de manière que l'oxide d'étain s'en sature parfaitement. Aussi ce mélange fournit-il de l'or musif très-beau & en quantité.

J'ai répété cette expérience avec de l'étain sulfuré provenant d'opérations d'or musif qui avoit été trop chauffé, & les résultats que j'ai obtenus ont été les mêmes. Ceux qui s'occupent de la préparation en grand de l'or musif, pourront tirer un bon parti de cette expérience. Je crois aussi que l'on pourra diminuer les doses de soufre & de muriate d'ammoniaque. C'est par des essais variés que l'on déterminera au juste ce qu'il en faudra employer.

Huitième Expérience.

J'ai fait un mélange de trois onces d'étain sulfuré & de trois onces de muriate de mercure corrosif (a); l'ayant distillé dans une petite cornue de verre, j'ai eu pour produit des vapeurs blanches qui ont été succédées d'une matière cristalline qui s'est sublimée dans le col de la cornue, laquelle étoit du muriate d'étain; il y a eu aussi du mercure révivifié qui a passé dans le récipient : ce qui restoit dans la cornue étoit de l'or musif très-beau pesant deux onces & demie. Il est aisé de voir que l'or musif n'a eu lieu que parce que l'étain a été oxidé par l'oxigène contenu dans le muriate de mercure corrosif, & parce qu'aussi il y a eu du muriate d'étain volatilisé; ce qui a fait que le soufre contenu dans l'étain sulfuré s'est trou-

(a) M. Woulfe, célèbre chimiste anglois, à qui nous devons les appareils de chimie de son nom, lesquels ont beaucoup contribué aux progrès de la chimie, a imprimé, il y a nombre d'années, un mémoire dans les Transactions Philosophiques sur l'or musif. Je n'ai pu me procurer ce mémoire, mais je fais qu'il y a parlé de l'or musif fait avec le muriate de mercure corrosif, &c. Cette expérience & les autres analogues qu'il aura décrites ne peuvent que confirmer ce que je dis de la nature de l'or musif.

vé suffisant pour saturer totalement la portion d'oxide d'étain qui avoit été produit. Il seroit peut-être possible de diminuer la dose de muriate de mercure corrosif, & d'ajouter au mélange un peu de soufre, afin d'empêcher la volatilisation du muriate d'étain. Ce sont des expériences que je me propose de faire. Dans cette expérience & dans la précédente il se produit quelquefois une explosion peu de tems après que la cornue a été échauffée. L'on conçoit facilement ce qui doit produire l'explosion qui est toujours accompagnée de la rupture des vaisseaux, soit que l'on ait fait usage de matras ou de cornue de verre; mais en employant des creusets de terre comme je l'indiquerai à la suite de ce mémoire, je n'ai point observé de détonation; & dans le cas où elle auroit lieu, le produit de l'opération ne seroit pas pour cela perdu.

Neuvième Expérience.

D'un mélange de parties égales d'étain sulfuré & d'oxide de mercure précipité rouge, préparé par l'acide nitrique, j'ai obtenu, par la distillation, du mercure coulant; le résidu qui étoit friable & d'un gris rougeâtre, examiné à la loupe, paroïssoit être un mélange d'or musif & d'une poudre grise.

T ij

Dans cette expérience l'oxide de mercure a été révivifié; l'oxigène qu'il contenoit lui a été enlevé par l'étain qui, ainsi oxidé, a resté uni au soufre & a formé de l'or musif; & comme dans cette expérience il n'y a pas eu assez de soufre pour saturer entièrement l'oxide d'étain, la portion non saturée se trouve mêlée avec l'or musif; & si l'on venoit à augmenter le feu, alors on obtiendrait une matière noire analogue à celle de l'expérience sixième.

Il faut, pour saturer 100 parties d'oxide d'étain, environ 40 livres de soufre, tandis que l'étain ordinaire est totalement sulfuré avec environ 20 livres de soufre. L'on juge donc que lorsque l'on veut faire de l'or musif avec de l'étain sulfuré, il faut non-seulement oxidier l'étain, mais encore y ajouter du soufre, à moins que l'on ne volatilise une portion d'étain, comme cela a eu lieu dans l'expérience huitième.

Dixième Expérience.

J'ai prouvé dans l'expérience cinquième, que l'étain en nature ne peut s'unir à plus de 15 à 20 livres de soufre par quintal; mais si l'étain est oxidé, il en faut une plus grande quantité pour le saturer. L'expérience que je vais rapporter est une de celles qui me paroissent confirmer que dans l'or musif ou dans l'oxide

d'étain sulfuré, il y a de 35 à 40 livres de soufre au quintal.

Ayant distillé 600 grains d'étain sulfuré & 600 grains de cinnabre (oxide de mercure sulfuré), tous deux bien mêlés, j'ai eu pour produit du mercure coulant, & il restoit dans la cornue de l'or musif. Il résulte donc que l'oxigène contenu dans le mercure avec lequel il étoit uni dans le cinnabre, l'a quitté pour se combiner avec l'étain, & qu'alors le mercure révivifié passe à la distillation, tandis que l'étain oxidé retient non-seulement le soufre avec lequel il étoit combiné (dans l'étain sulfuré), mais il retient encore celui que lui a laissé le cinnabre : or, comme dans ce dernier il s'en trouvoit 20 livres au quintal, & dans l'étain sulfuré de 15 à 20 livres, il résulte donc que l'oxide d'étain qui s'est combiné à la totalité du soufre, en retient, dans sa nouvelle combinaison, de 35 à 40 liv. au quintal, & c'est alors qu'elle forme l'or musif.

Si l'on distille un mélange de parties égales d'étain sulfuré & d'orpiment, il se sublime de l'arsenic rouge; ce qui reste dans la cornue est une matière noire. Ainsi dans cette expérience l'étain se trouve oxidé en partie, mais il paroît que l'arsenic reste aussi fixé à une portion d'étain. Je ne l'ai indiquée que

T iij

pour prévenir ceux qui auroient envie de la tenter.

Onzième Expérience.

Un mélange de 600 grains d'oxide ou de potée d'étain, & de 600 grains de soufre, ayant été distillé dans une petite cornue de verre, il s'est sublimé du soufre dans le col de la cornue ; la matière restante formoit une masse noire, brillante, recouverte de soufre fondu ; elle se cassoit facilement, & dans la cassure l'on distinguoit qu'elle étoit pénétrée de soufre en nature. M. de Bullion a aussi tenté l'expérience que je viens de rapporter, & il dit qu'il ne s'est point sublimé de soufre ; il résulteroit donc qu'il resteroit combiné en totalité, ce qui seroit un phénomène bien intéressant ; mais comme cet objet ne tient point à celui que je traite, je considérerai l'expérience d'après son but principal. Elle sembleroit contrarier ce que j'ai avancé, que l'or musif est formé par la combinaison de l'oxide d'étain & du soufre, puisqu'elle n'a pas donné un résultat tel que le raisonnement l'annonçoit. Ce fait demande donc à être éclairci. Je crois avoir trouvé à quoi cela tient ; mais afin de le mieux faire entendre, je vais reprendre la série des résultats que l'expérience nous a fournis, dans

les substances même qui y ont été employées. Examinons donc l'oxide d'étain, celui dont il est ici question, je veux dire la potée. Ce produit ne doit pas être regardé comme un oxide d'étain parfaitement saturé d'oxigène, car on peut lui en unir une plus grande quantité; il décompose le nitre, & il en dégage une grande quantité de gaz nitreux : c'est, comme on n'en doute point, en s'emparant de l'air pur du nitre. J'ai à ce sujet tenté l'expérience suivante.

J'ai fait un mélange de trois onces de potée d'étain & de six onces de nitre; j'ai mis ce mélange dans un creuset que j'ai tenu à un feu assez fort, pendant quatre heures; la matière s'est simplement agglutinée; elle étoit friable, elle ne pesoit plus que six onces deux gros. J'en ai fait le lavage pour en séparer l'oxide d'étain qui, après avoir été bien édulcoré, se trouvoit parfaitement oxidé & d'une grande blancheur.

J'ai alors pris 600 grains de cet oxide d'étain, que j'ai mêlé à 400 grains de soufre; j'ai ensuite distillé ce mélange à une douce chaleur; il s'est sublimé une très-petite quantité de soufre; il y a eu aussi un peu de gaz sulfureux de produit; & dans la cornue j'ai trouvé de l'or musif.

Cette expérience prouve assez la possibilité

T iv

de faire de l'or muſif avec l'oxide d'étain; mais pour qu'il ne reſte aucun doute à ce ſujet, je vais préſenter le réſultat ſuivant.

Douzième Expérience.

J'ai fait diſſoudre de l'étain dans de l'acide muriatique; j'ai enſuite précipité la diſſolution avec la ſoude; lorsque le précipité a été ſec, je l'ai mêlé à un poids égal de ſoufre en poudre; & de la diſtillation de ce mélange j'ai eu du gaz acide ſulfureux, du ſoufre ſublimé dans le col de la cornue, & pour réſidu de l'or muſif.

M. de Bullion a décrit cette expérience, mais il n'a pas regardé le précipité que l'on obtient de la diſſolution muriatique d'étain par la ſoude, comme un oxide d'étain. Je ne ſuis point, à cet égard, de ſon avis; & comme mon opinion eſt celle qui eſt généralement reçue, je ne crois pas devoir inſiſter ſur cet objet. Je vais donc paſſer à une expérience plus concluante encore.

Treizième Expérience.

J'ai fait un mélange de 600 grains d'étain réduit en oxide par l'acide nitreux, & de 400 grains de ſoufre en poudre; après l'avoir trituré, je l'ai introduit dans une petite cornue de verre

lutée, à laquelle j'ai adapté un petit balon pour récipient; l'ayant ensuite chauffé, j'ai eu pour produit un peu d'acide sulfureux; la cornue ayant été cassée après la distillation, j'y ai trouvé pour résidu 550 grains d'or musif & du soufre qui s'étoit sublimé dans le col de la cornue. L'on voit maintenant pourquoi l'oxide ou potée d'étain ne donne pas de l'or musif, lorsqu'on la distille avec le soufre: je crois que cela tient à ce que cet oxide n'est pas combiné à une assez grande quantité d'oxigène.

Quatorzième Expérience.

J'ai fait un mélange de 600 grains de soufre, de 600 grains de muriate d'ammoniaque & de 600 grains d'oxide ou potée d'étain; l'ayant distillé, j'en ai obtenu du sulfure d'ammoniaque; il s'est en outre sublimé, dans le col de la cornue, du muriate d'ammoniaque mêlé de soufre & de muriate d'étain; ce qui restoit dans la cornue formoit une masse qui avoit peu de cohérence; elle étoit d'un gris rougeâtre, & en l'examinant avec soin, on y distinguoit de petits points brillans de couleur d'or; c'étoit de l'or musif qui y étoit disséminé. On distinguoit encore des petits points blancs & transparens que j'ai reconnus pour du muriate d'ammoniaque qui n'étoit pas encore sublimé; le poids

total du résidu étoit d'une once quatre gros & demi.

M. de Bullion a fait la même expérience ; mais il ne l'a point vue telle que je viens de la décrire. Son but , en la faisant , étoit de vouloir prouver que l'étain devoit être pourvu de son phlogistique , pour qu'il pût produire , par son union avec le soufre , de l'or musif. Voici exactement ce qu'a dit M. de Bullion :

« Il est nécessaire que l'étain soit fourni de
 » son phlogistique , pour que l'*aurum musivum*
 » puisse s'obtenir , puisqu'un mélange de huit
 » onces de potée d'étain , de sel ammoniac &
 » de soufre ayant été exposé au feu , le soufre
 » & le sel ammoniac se sont sublimés , & la
 » chaux d'étain est restée au fond du matras
 » sans vestige d'*aurum musivum* ».

Il suffit d'examiner ce que j'ai dit , pour sentir que M. de Bullion n'a pas bien vu le résultat de l'opération ; il peut aussi avoir donné un coup de feu trop fort , ou bien n'avoir pas examiné le résidu avec assez d'attention. Au reste ce procédé ne peut nullement être employé à faire , avec avantage , de l'or musif. Je n'en ai parlé que parce que l'on pourroit le regarder comme s'opposant à ce que je dis de la nature de l'or musif.

Quinzième Expérience.

J'ai pris 600 grains d'étain sulfuré réduit en poudre ; je les ai mis dans une capsule de verre avec trois ou quatre onces d'acide nitreux. J'ai placé la capsule sur un bain de sable & à une chaleur modérée ; il s'est dégagé beaucoup de vapeurs de gaz nitreux. J'ai évaporé le tout à siccité, & j'y ai ajouté 400 grains de soufre ; & pour que le mélange fût exact, je l'ai trituré dans un mortier de verre ; je l'ai ensuite distillé, en observant de bien ménager le feu. J'ai eu au commencement de la distillation un peu d'acide sulfureux, & sur la fin il s'est sublimé du soufre dans le col de la cornue ; ce qui restoit étoit de l'or musif. Je ne parlerai point de ce qui s'est passé dans cette expérience, puisque les phénomènes qu'elle offre, sont parfaitement liés à tout ce que j'ai déjà dit.

Seizième Expérience.

J'ai fait un mélange de 600 grains d'étain sulfuré en poudre & de 400 grains de soufre ; l'ayant introduit dans une cornue, j'y ai ajouté une once d'acide vitriolique concentré. J'ai commencé par chauffer légèrement, pour que l'acide pénétrât parfaitement le mélange ; j'ai en-

suite augmenté le feu ; il s'est aussi -tôt dégagé des vapeurs très-pénétrantes d'acide sulfureux. J'ai continué à chauffer la cornue, & j'ai augmenté le feu par degrés, jusqu'au point de faire rougir légèrement la cornue ; les vapeurs d'acide sulfureux ont continué de passer jusqu'à la fin de la distillation ; il y a eu aussi un peu de soufre qui s'est sublimé dans le col de la cornue, & pour résidu j'ai eu de l'or musif en quantité.

L'acide sulfureux qui s'est fait sentir dès le commencement de l'opération, doit sa production à l'acide sulfurique qui a abandonné une portion de son oxygène à l'étain : ce dernier, alors oxidé, s'unit au soufre & produit de l'or musif qui reste fixe, tandis que l'acide sulfureux, qui est très-volatil, passe à l'état de gaz.

Dix-septième Expérience.

A une dissolution de 600 grains d'étain dans l'acide muriatique, j'ai ajouté du sulfate d'ammoniaque ; il s'est fait un précipité rougeâtre couleur de lie de vin. Cette précipitation a eu aussi lieu avec un peu de chaleur ; mais il n'y a point eu de dégagement de gaz hydrogène sulfuré ; je n'ai reconnu d'autre odeur que celle de l'ammoniaque. Le précipité, ayant été séché a pris une couleur noire ; il s'est trouvé peser

une once deux gros ; l'ayant distillé à une chaleur douce, il a fourni un peu d'ammoniaque, & le résidu étoit de l'or musif.

Je crois que l'on doit regarder le précipité dont je viens de parler, comme de l'or musif fait par la voie humide, & il ne sera pas difficile d'expliquer sa production, si l'on fait attention à ce qui s'est passé dans le mélange du muriate d'étain & de sulfure d'ammoniaque : le premier est composé d'acide muriatique & d'étain à l'état d'oxide ; le sulfure d'ammoniaque est composé d'ammoniaque & de soufre. Ainsi lorsqu'on vient à les mélanger, l'acide muriatique quitte l'oxide d'étain, pour s'unir à l'ammoniaque contenu dans le sulfure d'ammoniaque, & de leur union résulte du muriate d'ammoniaque ; l'oxide d'étain à son tour s'empare du soufre qu'il trouve dans un état de parfaite division, & de leur union résulte de l'or musif qui n'a besoin que d'être chauffé pour paroître sous la couleur qui lui est particulière.

Dix-huitième Expérience.

Je me suis encore servi d'une dissolution de sulfure de potasse pour précipiter une dissolution de 600 grains d'étain faite par l'acide muriatique ; la précipitation a eu lieu sans effervescence, parce que le sulfure de potasse avoit

été fait avec de la potasse pure. Le précipité étoit un peu moins foncé ; sa couleur tiroit sur le jaune ; lorsqu'il a été sec, il pesoit une once sept gros.

L'ayant distillé, il a donné de l'acide sulfureux & un peu de soufre qui s'est sublimé dans le col de la cornue, & le résidu étoit de l'or musif. Ce précipité doit aussi être regardé comme de l'or musif fait par la voie humide ; mais, comme le sulfure de potasse contient plus de soufre en dissolution que le sulfure d'ammoniacque, voilà pourquoi le précipité qu'il donne contient une quantité de soufre plus considérable que celle qui est nécessaire pour saturer l'oxide d'étain : aussi ce précipité fournit-il à la distillation cet excès de soufre.

Je crois avoir fourni suffisamment d'exemples, pour qu'il ne reste pas de doutes sur la nature de l'or musif. Je vais encore ajouter à tous les faits que je viens de rapporter, les expériences suivantes.

Dix-neuvième Expérience.

J'ai soumis à la distillation 600 grains d'or musif, & j'ai chauffé fortement pour faire rougir la cornue ; j'ai eu alors pour produit une très-grande quantité d'acide sulfureux ; il s'est aussi sublimé 45 grains de soufre ; ce qui restoit dans

la cornue étoit une matière noire brillante, de couleur métallique ; son poids étoit de 483 grains. J'ai aussi trouvé dans le col de la cornue cinq ou six grains d'or musif de la plus grande beauté. J'ai déjà observé que l'or musif n'est pas volatil : ainsi celui-ci doit être de même regardé comme de l'or musif régénéré par l'union d'un peu d'oxide d'étain volatilisé avec un peu de soufre également volatilisé.

En réunissant les produits de cette opération, je trouve 534 grains ; d'après cela le poids de l'acide sulfureux doit être évalué à environ 66 grains.

L'acide sulfureux que fournit l'or musif lorsqu'on le chauffe fortement, est produit par l'oxigène que contenoit l'oxide d'étain, lequel a réagi sur le soufre, & l'a changé en acide sulfureux. Dans cette expérience, comme dans bien d'autres, c'est la différence de température qui dérange l'ordre d'affinité. Quant au soufre qui s'est sublimé, cela est dû à ce que l'étain en nature ne peut en retenir plus de 20 livres au quintal, tandis que l'oxide d'étain en retient 35 à 40 livres.

Vingtième Expérience:

J'ai fait un mélange de 200 grains de poudre de charbon & de 600 grains d'or musif ; je l'ai

ensuite introduit dans une petite cornue de verre que j'ai placé dans un fourneau de réverbère; au bec de la cornue j'ai adapté un tube de verre recourbé, enfin l'appareil pneumatique chimique. Le feu ayant été donné par degrés, je l'ai poussé jusqu'à faire rougir la cornue, & il a été entretenu tel pendant trois heures. J'ai recueilli avec soin le gaz que cette distillation a fourni; son volume étoit d'environ 100 pouces cubiques. En ayant examiné les premières portions, j'ai trouvé que c'étoit du gaz acide carbonique contenant environ un centième de gaz hydrogène sulfuré: ce gaz acide carbonique avoit volatilisé, & tenoit comme en dissolution une assez grande quantité de soufre qui se précipitoit très-sensiblement sur l'eau, à mesure que ce gaz étoit absorbé.

Ce gaz acide carbonique précipitoit l'eau de chaux, & en raison du soufre qu'il contenoit, il précipitoit en beau noir la dissolution de plomb par le vinaigre (a). Le gaz qui a passé sur la fin de la distillation, contenoit une plus grande quantité de gaz hydrogène sulfuré, & enfin les dernières bulles m'ont paru n'être que du gaz hydrogène presque pur.

J'ai encore observé dans cette distillation,

(a) Il seroit intéressant de connoître la combinaison du gaz acide carbonique & du soufre.

que

que le gaz acide carbonique avoit entraîné du soufre qu'il avoit déposé non-seulement dans les tubes, mais encore dans l'eau de la cuve, à mesure qu'il la traversoit pour gagner la partie supérieure de la cloche. Le résidu de la distillation étoit sous la forme d'une poudre noire, dans laquelle on appercevoit des lames qui avoient un éclat métallique; elles ressembloient à de la molybdène, elles étoient aussi flexibles; c'étoit de l'étain sulfuré divisé par la poudre de charbon.

Il s'étoit encore sublimé dans le col de la cornue un peu de soufre, ainsi que quelques grains de sulfure d'étain semblable à celui qui se trouvoit dans le fond de la cornue. Le gaz acide carbonique que fournit l'or musif traité avec le charbon, prouve encore évidemment que l'oxygène en est un des principes constituans, & que conséquemment l'étain se trouve à l'état d'oxide & non à l'état métallique dans l'or musif.

Vingt-unième & dernière Expérience.

Je vais terminer ces observations en indiquant la manière dont l'étain sulfuré & l'or musif se comportent avec l'acide muriatique.

J'ai mis dans un matras 600 grains d'or musif; j'y ai ensuite ajouté cinq à six onces d'acide

muriatique, & j'ai tenu le matras sur un bairt de sable chaud pendant plusieurs heures; l'or musif n'a pas été sensiblement attaqué, & sa couleur a été avivée. J'ai séparé, à l'aide d'un filtre, l'or musif qui, après avoir été séché, pesoit 580 grains : il n'a donc perdu que 20 grains : perte qui peut être encore attribuée à un peu d'étain sulfuré, qui pouvoit lui être mélangé, lequel a été dissous par l'acide muriatique, car ce même or musif traité de nouveau avec de l'acide muriatique, n'a pas perdu sensiblement de son poids.

L'étain sulfuré se conduit bien autrement avec l'acide muriatique; celui-ci l'attaque avec force, & la dissolution s'opère avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré.

Cette dernière observation suffiroit pour établir une très-grande différence entre l'or musif & l'étain sulfuré.

Résumé & Conclusion.

Par la série des expériences que j'ai présentées, j'ai fait voir que, lorsque pour faire de l'or musif, l'on employoit, soit l'étain en nature, soit l'étain amalgamé au mercure ou uni au soufre, dans tous ces cas l'étain étoit oxidé par la suite de l'opération. J'ai fait voir ensuite que l'on pouvoit combiner directement au soufre

les divers oxides d'étain ; que la combinaison même pouvoit être faite par la voie humide. J'ai en outre examiné les résultats que fournit l'or musif étant distillé seul ou mêlé avec la poudre de charbon. J'ai fait connoître plusieurs moyens pour faire de l'or musif, en se servant de celui qui avoit été trop chauffé ; j'ai terminé ce travail en examinant l'action de l'acide muriatique comparativement sur l'étain sulfuré & sur l'or musif. Je crois maintenant pouvoit conclure que l'or musif est le résultat de la combinaison de l'oxide d'étain avec le soufre, qui dans la nouvelle nomenclature sera l'*oxide d'étain sulfuré*.

Addition.

Dans les diverses expériences que j'ai rapportées dans ce mémoire, j'ai fait usage de cornues pour soumettre à l'action du feu les divers mélanges que je croyois propres à faire de l'or musif, ou à en indiquer la nature. Elles sont en effet très-commodes pour recueillir les divers produits d'une distillation ; mais pour la préparation de l'or musif en grand, je ne me fers point de cornues ni de matras, comme on l'a toujours indiqué. Ces vaisseaux sont trop coûteux & moins propres à cette opération que les creusets de terre dont je me fers depuis

V ij

long tems avec le plus grand succès. Voici comment j'opère : lorsque le mélange pour l'or musif est préparé, je le mets dans un creuset évafé, de manière à n'y en mettre qu'au tiers de sa hauteur ; j'introduis ensuite dans le creuset un couvercle en terre échancré en plusieurs endroits. Ce couvercle doit entrer dans le creuset de manière qu'il se trouve à un pouce au-dessus de la matière ; je recouvre ensuite le creuset d'un deuxième couvercle, & je l'y lute avec un peu d'argile détrempec. Le creuset ainsi disposé, je le mets dans un creuset plus grand, dans lequel je mets du sable. Par ce moyen le creuset contenant le mélange nécessaire pour l'or musif, se trouve dans un bain de sable ; alors je place cet appareil immédiatement sur la grille d'un fourneau ordinaire, & je le chauffe ensuite avec précaution. En général, pour avoir de bel or musif, il faut qu'il soit préparé à une chaleur très-douce & long-tems continuée : le degré de feu nécessaire pour sublimer le muriate d'ammoniaque, est celui qu'il faut maintenir pendant que l'on fait cette opération qui exige ordinairement de huit à dix heures ; il n'y a pas même d'inconvénient à continuer le feu plus long-tems, pourvu toutefois qu'on ne le pousse pas au-delà du degré que j'indique. A ce degré de feu l'or musif n'est pas décomposé.

Un des grands avantages que l'on trouve à se servir de creusets pour faire l'or musif, c'est que le même creuset peut servir nombre de fois à de nouvelles opérations; au lieu qu'en se servant de cornues de verre ou de matras, il faut les casser à chaque opération; ce qui nécessite une grande dépense. L'on perd en outre une petite quantité d'or musif, par les petits éclats de verre qui s'y mêlent, lorsque l'on vient à casser la cornue; & lorsque l'or musif n'a pas été assez chauffé, il faut le remettre dans une autre cornue; ce qui exige de nouveaux frais. Il faut en outre écraser l'or musif, afin d'avoir la facilité de l'introduire dans la cornue, & alors il ne se remet plus en une seule masse, comme il doit être, lorsqu'il est fait de la première opération. Il y a encore d'autres inconvéniens à employer des matras ou des cornues pour faire l'or musif; le muriate d'ammoniaque, par exemple, en se sublimant obstrue le col ou l'ouverture de ces vaisseaux; & comme la formation de l'or musif est accompagnée de la production de beaucoup de gaz hydrogène sulfuré & de sulfure d'ammoniaque, ce gaz fait que la cornue éclate quelquefois, parce qu'il ne trouve point d'issue pour se dégager. Cet accident est indépendant de celui qui s'observe à la suite d'une explosion qui arrive quelquefois dès le

commencement de l'opération. J'ai eu occasion d'en parler dans les expériences septième & huitième de mon mémoire ; aucun de ces inconvéniens n'a lieu en se servant de creusets, & s'il arrive quelquefois de n'avoir pas donné assez de feu à l'or musif, on le reconnoît facilement en délutant le couvercle du creuset, & alors, sans rien déranger, l'on peut réchauffer de nouveau le creuset & achever l'or musif. En un mot, la préparation de l'or musif sera maintenant une des opérations de chimie les plus faciles à faire, tandis qu'on l'a toujours regardée comme une des plus embarrassantes & des plus sujettes à manquer.

Plusieurs des procédés que j'ai décrits peuvent être employés à faire de l'or musif à peu de frais. J'observerai encore qu'il est avantageux d'ajouter une petite quantité d'eau dans les mélanges : l'opération n'en réussit que mieux ; il faut aussi avoir l'attention de conserver le muriate d'ammoniaque qui se sublime & s'attache au couvercle supérieur du creuset, & le faire servir en place de nouveau sel dans une opération suivante. L'on peut de même y faire entrer ce que l'on enlève de dessus chaque pain d'or musif, soit qu'il ait été trop chauffé, ou qu'il ne l'ait pas été suffisamment : avec ces précautions rien ne sera perdu, & tout l'étain pourra

être converti en or muſif, & en raifon de l'oxi-
 dation qu'il éprouve & du ſoufre qui lui reſte
 combiné, il augmente conſidérablement en
 poids : j'ai pluſieurs fois obtenu cinq onces &
 demie d'or muſif, de quatre onces d'étain. L'au-
 gmentation même ſeroit plus conſidérable, s'il
 n'y avoit pas une petite quantité de muriate
 d'étain qui ſe volatilife ; ce qui eſt un motif de
 plus pour bien ménager le degré de feu. En
 variant les ingrédients dans les mélanges pour
 la préparation de l'or muſif, l'on obtient de
 l'or muſif de diverſes nuances ; ce qui préſen-
 tera peut-être quelques avantages, lorsqu'on
 voudra s'en ſervir dans les décorations, comme
 on l'employoit autrefois. La facilité avec la-
 quelle on pourra le préparer, & le bon mar-
 ché auquel il ſera poſſible de l'établir, per-
 mettent de l'eſpérer.



E X T R A I T
D' U N E L E T T R E

*Envoyée par GEORGES PÉARSON à
J. H. HASSENFRAITZ, sur la dé-
composition de l'acide carbonique, &
sur la décomposition de l'eau par le
phosphure de chaux, &c.*

De Londres, le 21 avril 1792.

.....**P**OUR ce qui est de la chimie, peut-être avez vous entendu parler des expériences que je viens de faire, & qui confirment la nouvelle théorie. Je prouve que l'acide carbonique est réellement décomposé, en exposant du carbonate de potasse, de soude, de chaux, de baryte, de magnésie ou d'alumine, avec du phosphore, à l'action d'un feu assez fort pour faire rougir le mélange. Le charbon, après l'expérience se trouve libre ou mêlé avec du phosphate de potasse, de soude, &c. ou avec des alcalis ou des terres non décomposées. La quantité de charbon & d'oxygène que l'on obtient dans cette expérience étant à-peu-près égale à celle de l'acide carbonique qui dispa- roît, il

ne peut plus rester aucun doute sur la décomposition de cet acide.

M. Tenant qui a fait les premières expériences de ce genre, a éprouvé de grandes contradictions, lorsqu'il a expliqué ce phénomène par la décomposition de l'acide carbonique, parce qu'il ne comparoit pas la quantité d'acide disparue & de carbone & d'oxygène recueillie.

Une autre manière de démontrer la décomposition de l'acide carbonique dans cette expérience, est la différence des résultats en combinant le phosphore avec des carbonates alcalins, terreux, &c. ou en combinant directement le phosphore avec les alcalis & les terres ; dans ce second cas on n'obtient point la plus légère quantité de charbon. Le mélange, par exemple, du phosphore & de la chaux vive ou le phosphure de chaux forme une poudre rougeâtre dont je vous envoie un échantillon ; cette poudre a la propriété de décomposer l'eau ; une partie du phosphore se combine avec l'oxygène, & forme de l'acide phosphorique, qui à son tour se combine avec la chaux & forme du phosphate de chaux ; une autre portion de phosphore se combine avec l'hydrogène, forme du gaz hydrogène phosphoré, qui se dégage de l'eau & s'enflamme au contact de l'air atmosphérique avec une forte de décrépitation.

Ce spectacle curieux dure très-long-tems : une pincée suffit pour produire ce phénomène.

J'ai placé le pied d'un nègre sous une cloche pleine de gaz acide muriatique oxigéné ; après trois quarts-d'heure d'immersion le pied a été parfaitement blanchi ; mais en lavant avec de l'eau de savon le pied blanchi, il redevient noir & reprend sa couleur primitive. Il paroît que la partie extérieure seule de l'épiderme a été blanchie, que cette blancheur a été occasionnée par une poussière blanche qui a recouvert entièrement cette épiderme, & que cette poudre blanche a été séparée de l'épiderme par le savon. J'ai exposé le même pied une seconde fois à l'action du gaz acide muriatique oxigéné ; le pied est redevenu blanc comme auparavant, & il a repris sa couleur naturelle en le lavant dans de l'eau de savon ; ce qui pourroit faire croire que cet acide peut agir plusieurs fois sur l'épiderme, sans changer le *rete mucosum*.

On vient de lire à la société royale un mémoire sur un canard qui s'est noyé dans un étang, & que l'on a trouvé changé en matière grasse semblable à celle du Cimétière des Innocens à Paris.

J. H. Hassenfratz a fait voir à l'académie, dans sa séance du 13 juin, l'expérience de la

décomposition de l'eau par le phosphore de chaux que lui a envoyé Georges Péarson ; il a fait voir une quantité assez considérable de charbon provenant de la décomposition de l'acide carbonique par le phosphore.

NOTE sur la Lettre précédente.

MESSIEURS Fourcroy, Vauquelin, Sylvestre & Brongniart le jeune se sont réunis, il y a plusieurs mois, pour répéter les expériences de M. Tenant sur la décomposition de l'acide carbonique ; ils se sont fait un plan de recherches suivi sur cet objet, & ils se sont proposé d'éclaircir ce qui peut y être relatif. La latitude qu'ils ont voulu donner à ces recherches ne leur ayant pas permis de les terminer encore, ils n'ont rien publié sur cette matière ; mais à la lecture de la lettre de M. Péarson communiquée à l'académie par M. Hassenfratz dans la séance du 13 juin, M. Fourcroy a cru devoir faire connoître pour ses coopérateurs & pour lui les principaux résultats qu'ils ont obtenus jusqu'ici. Ces résultats se rapportent aux faits suivans :

1°. Il faut des appareils particuliers qui puissent supporter un assez grand feu sans se fondre

ni se briser, qui ne contiennent point ou presque point d'air, qui puissent laisser dégager les gaz, arrêter une portion du phosphore qui se volatilise sans boucher les tubes & intercepter le passage des gaz. Ils ont donc imaginé des appareils particuliers qu'ils décriront.

2°. Il faut chauffer brusquement; l'expérience ne réussit qu'à une température élevée. Lorsqu'on ne la fait pas prendre rapidement au mélange, le phosphore se sublime sans agir sur l'acide carbonique.

3°. Le carbonate de chaux pris dans le marbre pur ou dans le spath calcaire est décomposé, & l'on obtient du charbon mêlé dans le résidu avec du phosphate de chaux; le charbon est en poudre noire fine, très-reconnoissable & semblable à du noir de fumée.

4°. La chaux chauffée de la même manière & dans le même appareil avec le phosphore, ne donne point le même résultat; le phosphore s'en empare plus abondamment & plus vite; une partie reste combinée avec la chaux sous la forme d'une masse brune, inflammable à l'air & décomposant l'eau à toutes les températures. Cette décomposition produit du gaz hydrogène phosphoré qui se dégage en décrépitant, dont le dégagement dure très-long-tems, & qui présente, en brûlant dans l'air tranquille, l'es-

pièce de couronne déjà observée & décrite par M. Gengembre. M. Raymond, médecin dans le district de Romans, a déjà publié dans les *Annales de Chimie*, *tome X*, *page 19*, le moyen d'obtenir du gaz hydrogène phosphoré par la chaux & le phosphore.

5°. Le phosphore traité par la chaux pure nous a aussi présenté quelque peu de charbon dégagé que nous avons attribué au phosphore lui-même : nous avons pensé que le phosphore pouvoit contenir du charbon. M. Pelletier a dit à cette occasion à l'académie, qu'en brûlant lentement du phosphore, il s'en séparoit souvent une petite portion de charbon, & telle nous paroît être la cause de la couleur brune que prennent souvent les bâtons de phosphore exposés à l'air.

6°. Cette dernière observation sur la présence du charbon dans quelques échantillons de phosphore, doit nécessairement embarrasser le résultat relatif à la quantité d'acide carbonique décomposé dans la première expérience.

Voilà ce qui nous a empêchés jusqu'à présent de terminer ce travail, & ce qui exige une nouvelle suite d'expériences pour obtenir l'exactitude du résultat que nous desirons.

SUR LA NUTRITION
DES VÉGÉTAUX,
DEUXIÈME MÉMOIRE;

Par J. H. HASSENFRAZ.

J'AI fait voir dans le premier Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'académie, que les expériences qui avoient été faites par MM. Vanhelmont, Duhamel, Tillet, &c. pour prouver que l'eau & l'air étoient les seules substances nécessaires à la nutrition des plantes, étoient insuffisantes; j'ai fait voir de plus que le développement de toutes les plantes qui croissent dans l'eau & dans l'air sans le concours d'autres substances, étoit occasionné par le transport du carbone de l'élément de la plante dans toutes les parties développées, & par l'eau qui augmente le poids total. Je vais m'occuper, dans ce second Mémoire, de l'examen des causes qui contribuent à augmenter la quantité de carbone des plantes.

Bien certainement le chêne parfaitement développé contient plus d'eau, d'hydrogène & de carbone que le gland qui l'a fait naître.

On peut expliquer l'accroissement de l'eau

dans les plantes par celle qu'elles tirent de la terre à leurs racines, & qui se dépose dans leur intérieur.

On peut expliquer l'accroissement de l'hydrogène dans les plantes par la décomposition d'une partie de l'eau déposée dans leur intérieur, & par le gaz oxigène qui se dégage pendant l'acte de la végétation, ainsi que MM. Ingen Houfz & Sennebier s'en sont assurés.

Mais l'accroissement du carbone paroît, d'après les expériences que j'ai rapportées dans mon premier Mémoire, dépendre d'une cause absolument différente.

Le gaz oxigène qui se dégage des plantes pendant l'acte de la végétation, les expériences de M. Sennebier qui font croire que le gaz acide carbonique mêlé à l'eau qui couvre les plantes, augmente la quantité du gaz oxigène qui se dégage, la difficulté d'expliquer ce que devient le gaz acide carbonique qui se forme journellement par la combustion & la respiration, & le remplacement continuel du gaz oxigène employé dans ces différentes opérations, avoient fait adopter par tous les physiciens la brillante hypothèse que l'acte de la végétation décomposoit l'acide carbonique, que les végétaux s'emparoiént du carbone de cet acide & rendoient à l'atmosphère son oxigène; qu'ainsi

l'acide carbonique étoit une des substances nutritives des plantes, & qu'il contribuoit à l'accroissement de leur carbone.

J'ai essayé d'après cela à faire développer des plantes dans de l'eau foiblement acidulée d'acide carbonique, & dont l'acidité étoit continuée par le moyen d'un appareil adapté aux carafes dans lesquelles les plantes végoient; ces plantes, analysées après leurs développemens, n'ont point donné plus de carbone que la gaine ou l'oignon n'en contenoit.

Surpris de ce résultat, j'ai examiné avec plus d'attention l'hypothèse de la décomposition de l'acide carbonique par les plantes, & j'ai fait entrer dans cet examen une considération qui avoit été négligée jusqu'à présent; c'est celle du calorique absorbé ou dégagé.

Les expériences de MM. Lavoisier, Monges & Cavendisch ont fait connoître qu'il se dégageoit une quantité considérable de calorique, en combinant ensemble les gaz hydrogène & oxigène pour faire de l'eau. Les expériences de M. Lavoisier, ainsi que les diverses combustions journalières, ont fait connoître qu'il se dégageoit une quantité considérable de calorique, en combinant le gaz oxigène avec le carbone dans la formation de l'acide carbonique.

Il doit résulter de ces expériences que toute
opération

opération qui aura pour objet la décomposition de l'eau & de l'acide carbonique & le dégagement de l'hydrogène, de l'oxigène & du carbone de ces deux décompositions, absorbera une quantité de calorique considérable.

Il suit de-là encore que si l'acte de la végétation est une opération par laquelle il se décompose de l'eau & de l'acide carbonique en séparant ces trois substances, il doit y avoir du froid de produit par l'acte de la végétation.

Il paroît résulter des expériences de MM. Ingen-Houfz & Senebier, qu'il se dégage une quantité considérable de gaz oxigène par l'acte de la végétation, & l'analyse des plantes par expression fait voir que l'hydrogène & le carbone sont combinés ensemble dans les végétaux sous l'état d'huile plus ou moins parfaite.

Cela posé, comme la combinaison de l'hydrogène & du carbone libre doit laisser dégager du calorique, il s'ensuit qu'une portion du calorique nécessaire à la décomposition de l'eau & de l'acide carbonique doit être du calorique dégagé par la formation de l'huile plus ou moins parfaite.

La question du froid ou de la chaleur produits par l'acte de la végétation dans l'hypothèse de la décomposition de l'eau & de l'acide carbonique, tient nécessairement aux rapports du

calorique dégagé par la combinaison de l'hydrogène avec le carbone, & du calorique absorbé par la décomposition de l'eau & de l'acide carbonique & le dégagement de l'oxigène. •

Pour m'assurer de ces rapports, j'ai pris des plantes sèches, je les ai brûlées à l'air libre; il y a eu par cette combustion de l'oxigène absorbé, de l'eau & de l'acide carbonique de produit, & il s'est dégagé une quantité considérable de calorique.

Il est aisé d'appercevoir que pendant cette combustion l'inverse absolue de ce qui se passe dans l'acte de la végétation d'après l'hypothèse de la décomposition de l'acide carbonique, a eu lieu, c'est-à-dire que l'huile plus ou moins parfaite s'est décomposée, qu'il y a eu absorption de chaleur par cette décomposition, que l'hydrogène & le carbone libre se sont combinés avec l'oxigène en présence, & qu'il y a eu du calorique de dégagé; & comme en dernière analyse cette décomposition & ces nouvelles combinaisons ont produit du calorique, il s'en suit que la quantité de calorique dégagé par la combinaison de l'hydrogène, de l'oxigène & du carbone dans la formation de l'eau & de l'acide carbonique, est plus grande que la quantité de calorique absorbé dans la décomposition de la combinaison de l'hydrogène & du car-

bône ; d'où il doit résulter que dans l'acte de la végétation la quantité du calorique dégagé par la combinaison de l'hydrogène & du carbone, est moins grande que la quantité de calorique absorbé par la décomposition de l'eau & de l'acide carbonique ; qu'ainsi il doit y avoir du froid de produit, si la végétation est un résultat de décomposition d'eau & d'acide carbonique, de dégagement d'oxigène & de combinaison de carbone & d'hydrogène.

D'après cette conclusion j'ai comparé les observations & les expériences qui ont été faites jusqu'à ce jour sur la chaleur dégagée ou absorbée par l'acte de la végétation, & particulièrement celles de Jean Hunter imprimées dans le Journal de Physique de 1777 & de 1781 ; j'ai comparé ces expériences avec le résultat que présente l'hypothèse de la décomposition de l'eau & de l'acide carbonique, & j'ai trouvé que presque toutes donnoient un résultat contraire, c'est-à-dire qu'elles indiquoient que l'acte de la végétation produisoit de la chaleur. De toutes les expériences connues je n'en citerai qu'une qui se trouve dans le mémoire de M. Jean Hunter, page 297 du premier volume du Journal de Physique de l'année 1777.

M. Hunter exprima des sucres de choux & d'é-

X ij

pinards, il les exposa à un froid de 29 degrés du thermomètre de Fahrenheit ; ces sucs se gelèrent. Ces sucs gelés furent transportés dans un appartement dont la température étoit à 28 degrés de Fahrenheit ou environ — 0,9 de Réaumur ; il étendit sur cette glace une pousse de sapin végétante & une feuille de fève ; au bout de quelques minutes elles dégelèrent la surface qu'elles touchoient. Il crut que cela pouvoit dépendre du trop de chaleur de ces substances au moment de leur application ; mais ayant changé de place la branche de sapin, le même effet eut lieu : donc il y a eu dégagement de chaleur pendant l'interposition.

Il suit de toutes ces considérations, que l'expérience sur le dégagement du calorique pendant l'acte de la végétation est tout-à-fait contraire aux résultats qui devoient avoir lieu d'après l'hypothèse de la décomposition de l'eau & de l'acide carbonique par les plantes.

L'hypothèse de la décomposition de l'acide carbonique par les plantes se trouvant infirmée en grande partie d'après les observations du dégagement de calorique pendant la végétation, j'ai soumis cette hypothèse à un nouvel examen. Si réellement la végétation est une opération de la nature qui décompose l'acide carbonique & rende à l'atmosphère l'oxigène qui en est

partie constituante, il doit arriver nécessairement qu'en couvrant une plante en pleine végétation d'un grand bocal qui contient déjà une petite quantité d'air atmosphérique, l'air du bocal au bout d'un très-long tems doit être considérablement accru de volume, & sa proportion d'oxigène doit être augmentée.

J'ai pris d'après cela des marronniers d'un & de deux ans, je les ai arrachés de terre, j'ai plongé leurs racines dans des bocaux pleins d'eau; j'ai posé les bocaux dans de grandes terrines pleines d'eau, j'ai recouvert ces plantes avec des cloches, j'ai fait entrer de l'eau dans ces cloches, de manière que le rapport de l'air à l'eau fût tel, que l'augmentation de volume occasionné par la chaleur du jour ne fasse point sortir d'air de la cloche, & que l'eau de la terrine puisse fournir aux condensations occasionnées par le froid de la nuit, afin qu'il n'entre pas de nouvel air dans la cloche.

J'ai exposé mes plantes ainsi disposées sur une croisée de mon appartement exposée au midi.

Mes marronniers ont vécu fort long-tems, mais j'ai défait mon appareil au bout d'un mois ou d'un mois & demi, & j'ai trouvé assez constamment pour résultat moyen de plusieurs expériences, que non-seulement la quantité d'air

n'étoit pas augmentée, & n'avoit éprouvé dans son volume d'autres variations que celles qui étoient occasionnées par la différence de pression & de température, mais encore que le degré d'oxigénation de l'air contenu sous la cloche, essayé avec le gaz nitreux, étoit à peu-près le même avant & après l'expérience.

Quoique quelques-unes de mes expériences m'aient donné, les unes une quantité plus considérable de gaz oxigène, les autres une moindre, comme les différens résultats paroissent dépendre d'une cause particulière que l'on verra plus loin, j'ai cru ne devoir rapporter que le résultat moyen.

Croyant que le peu de variation dans le volume entier de l'air contenu sous mes cloches, & dans lequel la plante avoit été exposée un mois ou six semaines, provenoit d'un défaut de végétation occasionné par la transplantation de la plante de la terre dans l'eau, j'ai pris des plantes qui croissoient depuis long-tems dans des pots, comme des mirthes, des amarantes, &c. je les ai soumises à la même épreuve.

J'ai placé un plateau de fer blanc sur le pot, de manière que la tige de la plante passoit par un trou percé au milieu; j'ai luté la tige de la plante au trou du plateau avec de la cire molle, de manière que le plateau pût contenir de l'eau;

j'ai couvert la plante d'une cloche qui portoit sur le plateau & dans laquelle j'ai fait entrer de l'eau, de manière que les feuilles de la plante étoient entièrement dans l'air, & que le rapport de l'air à l'eau sous la cloche étoit tel, que les variations dans le volume d'air occasionnées par la température & la pression, ne pussent faire sortir de l'air intérieur, ni entrer de l'air extérieur.

L'appareil ainsi préparé, j'ai placé le tout sur ma croisée exposée au midi, & au bout d'un & même de deux mois je n'ai pas apperçu de variation dans le volume ni dans l'oxigénation de l'air, si ce n'est celle occasionnée par la température & la pression, & cela comme dans les expériences précédentes, en prenant la moyenne des expériences.

Il suit de ces expériences une conséquence bien différente de celles que l'on a tirées jusqu'à présent des expériences de MM. Ingen-Houfz & Senebier, c'est que des plantes exposées pendant long-tems à l'action du soleil & de la nuit ne laissent point dégager sensiblement de gaz oxigène; qu'ainsi la théorie de la décomposition du gaz acide carbonique par l'acte de la végétation fondée sur le dégagement de l'oxigène, est doublement infirmée.

Si l'on y prend garde, ce résultat est con-

forme avec les expériences de MM. Ingen-Houfz & Senebier, dont il paroît que l'on a tiré une fautive conséquence.

Les expériences de ces deux favans sur la végétation ont produit trois résultats :

1°. MM. Ingen-Houfz & Senebier ont annoncé que les plantes exposées à l'action de la lumière laissoient dégager du gaz oxigène.

2°. M. Ingen-Houfz a annoncé que lorsqu'on plorgeoit des plantes dans un air quelconque, ces plantes s'impregnoient de l'air dans lequel elles étoient plongées.

3°. M. Ingen-Houfz a annoncé que les plantes qui croissoient à l'obscurité, changeoient en gaz acide carbonique le gaz oxigène dans lequel elles étoient.

Cela posé, il est facile de rendre raison du résultat que j'ai obtenu en laissant croître pendant un très-long tems des plantes sous une cloche pleine d'air.

Lorsque les plantes étoient exposées dans la journée à l'action des rayons solaires, elles laissoient dégager du gaz oxigène, & quand le soleil disparoissoit de l'horison, elles s'emparoiert du gaz oxigène dégagé, combinoient avec ce gaz une portion du carbone de la plante, & laissoient dégager l'acide carbonique provenant de cette composition; l'eau avec laquelle

l'air étoit en contact dissolvoit cet acide carbonique, qui étoit rendu ensuite à l'atmosphère.

J'ai vérifié ce dégagement d'acide carbonique en mettant un vase plein d'eau de chaux sous la cloche qui recouvroit la plante; il se précipitoit tous les jours une quantité plus ou moins considérable de carbonate de chaux.

Ces expériences rendent raison de la cause pour laquelle dans l'analyse des plantes développées dans l'eau comparée à celle de leurs élémens, j'ai constamment trouvé un peu moins de carbone dans les plantes développées que dans l'élément.

Du dégagement du gaz oxigène par la présence du soleil, & du changement du gaz oxigène en gaz acide carbonique par l'obscurité, il est facile de conclure qu'il doit y avoir entre le dégagement du gaz oxigène & du gaz acide carbonique par les plantes qui croissent en plein air, un rapport qui dépend du tems que les plantes sont éclairées par le soleil, à celui où elles sont dans l'obscurité, & que conséquemment il doit se dégager moins d'oxigène & plus d'acide carbonique l'hiver que l'été.

Il suit des expériences faites & citées dans ce Mémoire tant sur le calorique dégagé pendant l'acte de la végétation des plantes, que du peu de dégagement de gaz oxigène des plantes pen-

dant un mois & plus , que le gaz acide carbonique n'est pas la substance dont les plantes se servent pour accroître le carbone qui est une de leurs parties constituantes. Nous allons essayer dans un troisième Mémoire d'indiquer le procédé que la nature emploie pour augmenter ce carbone.

E X T R A I T S
DES ANNALES DE CHIMIE
D E C R E L L ,

Par J. H. H A S S E N F E A T Z .

S. I.

ON trouve dans les produits basaltiques de la Lorraine , de la Saxe , de la Franconie , de la Bohême , de la Hesse , une pierre verdâtre qui a quelques rapports avec le verre volcanique , tant par son éclat , sa diaphanéité , que par sa cassure conchoïde. Comme cette espèce de pierre , tant qu'elle n'a pas été décomposée , ressemble , tant par sa forme que par sa couleur , à une olive verte : M. Werner l'a nommée *olivine*. Lorsque cette pierre se décompose , elle donne une poussière d'un jaune rou-

gêtre assez semblable à de l'ocre. L'olivine est moins dure que la crysolithe, elle se cristallise rarement, les grains de grosseurs inégales sont encore plus rarement sphériques.

100 parties d'olivine verte ont produit,		
Terre siliceuse.....	54	50
Fer.....	3	75
Aluminé.....	50	00
	<hr/>	
	98	25
Perte.....	1	75
	<hr/>	
	100	00

100 parties d'olivine altérée ont produit,		
Silice.....	76	$\frac{7}{10}$
Fer.....	2	
Alumine.....	20	$\frac{6}{10}$
	<hr/>	
	99	$\frac{3}{10}$
Perte.....	0	$\frac{7}{10}$

Note du traducteur. Ces deux analyses présentent un résultat singulier, c'est que l'olivine altérée contient moins de silice & plus d'alumine que l'olivine non altérée. Il seroit extrêmement curieux d'analyser une portion d'olivine non altérée, & laisser altérer l'autre portion, pour s'affurer si cette différence dans l'analyse vient de l'état de l'olivine ou d'une différence d'olivine. Si la portion d'olivine altérée différoit

réellement de la portion d'olivine, non altérée dans la proportion que M. Gmelin a trouvée pour deux olivines différentes, il s'en suivroit que pendant que l'olivine s'altère, une portion de la silice passe à l'état d'alumine, & ce passage mériteroit d'être constaté d'une manière absolue : il intéresse trop l'analyse chimique, pour ne pas engager à répéter cette expérience.

M. Gmelin a encore soumis à l'analyse du pechstein trouvé dans des produits volcaniques, & il a trouvé que 100 grains de ce pechstein contenoient,

Silice	50
Fer	7
Alumine	2 $\frac{6}{10}$
	<hr/>
	99 $\frac{6}{10}$
Perte	0 $\frac{4}{10}$

Ce pechstein diffère essentiellement, dans la proportion de ses parties constituantes, de celui de Misnie qu'a essayé M. Wiegleb, qui contenoit sur 100 parties,

Silice	64,59
Alumine	15,41
Fer	5
	<hr/>
	85
Perte	15
	<hr/>
	100

Le pechstein de Francfort contient sur 100 parties,

Silice.....	89,59
Alumine.....	9,41
Fer.....	5,41
Chaux.....	3,23
	58,64
Perte.....	1,36
	100,000

Fin du Tome treizième.

T A B L E
D E S A R T I C L E S
C O N T E N U S D A N S C E V O L U M E .

<i>E</i> X P L I C A T I O N S de quelques phénomènes qui paroissent contrarier les loix des affinités chimiques ; par J. H. HASSENFRAIZ ,	3
<i>Deuxième Mémoire sur l'explication de plusieurs phénomènes qui paroissent contrarier les loix des affinités chimiques ; par J. H. HASSENFRAIZ ,</i>	25
<i>Description d'un Eudiomètre atmosphérique ; par HENRI REBOUL ,</i>	38
<i>Examen chimique des Cendres bleues , & procédé pour les préparer ; par M. PELLETIER ,</i>	47
<i>Extrait d'une Lettre , traduit de l'allemand de M. GREN , à M. VAN-MONS , sur la décomposition réciproque de plusieurs substances au degré de froid de l'eau glacée , &c. </i>	67
<i>Extrait de la Réponse de M. VAN-MONS , à M. GREN ,</i>	69
<i>Extrait , traduit du hollandais , d'une Lettre de M. KASTELEYN , à J. B. VAN-MONS ,</i>	

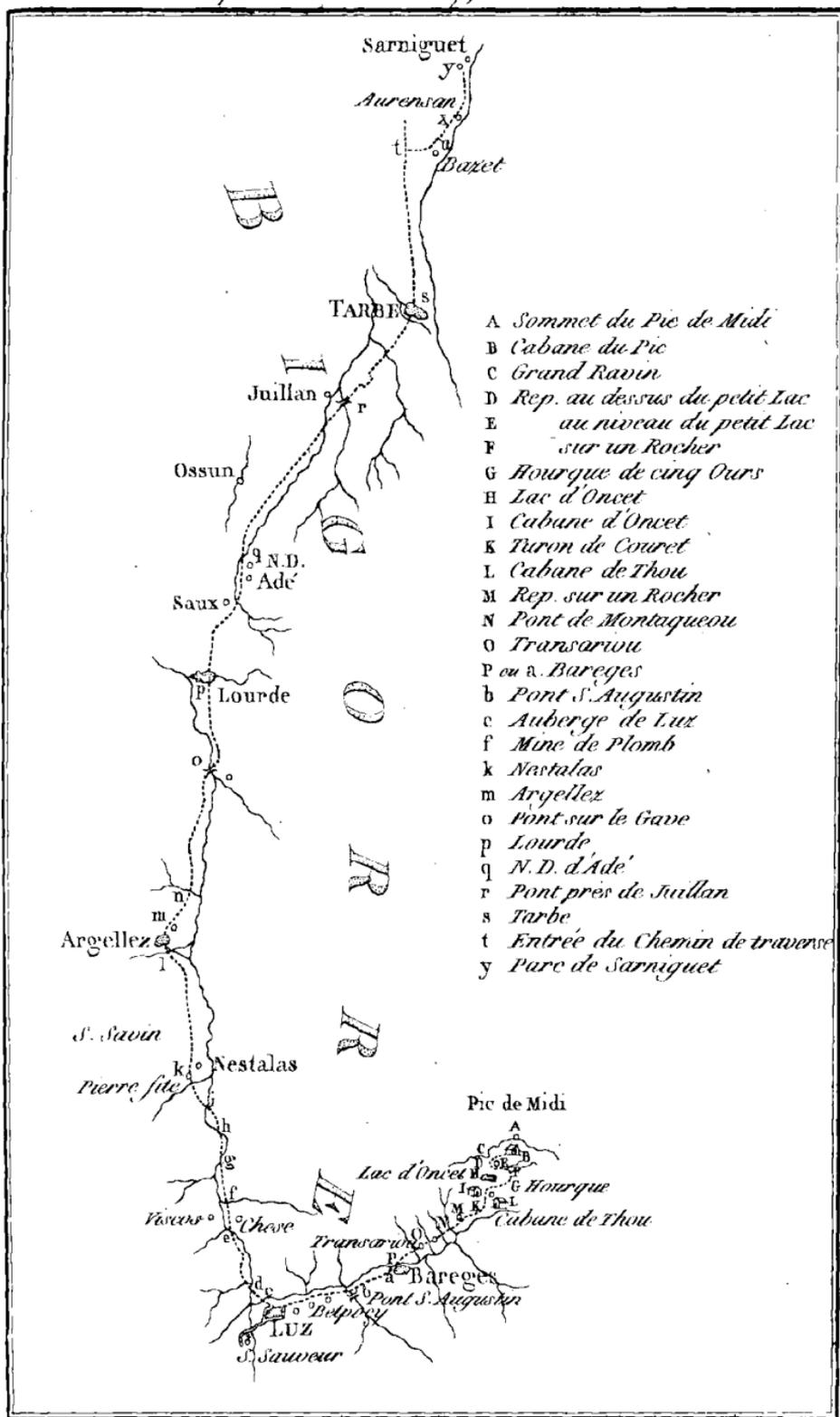
TABLE DES ARTICLES. 335

- sur la propriété qu'a l'alcool de dissoudre une plus grande quantité d'huile volatile à chaud qu'à froid, &c.* 72
- Observations sur l'usage des Prussiates d'alcali & de chaux en teinture; par C. L. BERTHOLLET,* 76
- Expériences sur la dissolubilité du Sel marin dans les dissolutions de différens sels neutres; & sur les phénomènes qui en résultent; par M. VAUQUELIN,* 86
- Quatrième Mémoire sur le Phosphore, faisant suite aux expériences sur la combinaison du Phosphore avec les substances métalliques; par M. PELLETIER,* 101
- Suite du quatrième Mémoire sur le Phosphore, faisant suite aux expériences sur la combinaison du Phosphore avec les substances métalliques; par M. PELLETIER,* 113
- Cinquième Mémoire sur le Phosphore, faisant suite aux combinaisons du Phosphore avec les substances métalliques; par M. PELLETIER,* 121
- Description de la Vallée du Gave Béarnois dans les Pyrénées; par M. REBOUL,* 143
- Sur la nutrition des Végétaux, premier Mémoire; par J. H. HASSENFRAZ,* 178
- Rapport fait au Bureau de Consultation, sur la Colle-forte des os proposée par M. GRENET; par MM. PARMENTIER & PELLETIER,* 192

336 TABLE DES ARTICLES.

<i>Extraits du Journal de Physique & de Chimie, de M. KASTELEYN ; suite de l'année 1791 ; par J. B. VAN-MONS,</i>	212
<i>Exposition d'un Nivellement fait dans les Pyrénées pendant les mois de juillet & d'août 1767 ; par HENRI REBOUL,</i>	225
<i>Exposé d'Expériences faites pour déterminer la pesanteur spécifique des fluides, & par-là la force des liqueurs spiritueuses. On y a joint quelques observations sur un Mémoire intitulé ; La meilleure Méthode de proportionner l'impôt sur les liqueurs spiritueuses ; par M. J. RAMSDEN,</i>	243
<i>Diverses Expériences sur la combinaison de l'étain avec le soufre ; par M. PELLETIER,</i>	280
<i>Extrait d'une Lettre envoyée par GEORGES PÉARSON à J. H. HASSENFRAITZ, sur la décomposition de l'acide carbonique, & sur la décomposition de l'eau par le phosphure de chaux, &c.</i>	312
<i>Note sur la Lettre précédente ; par M. FOURCROY,</i>	315
<i>Sur la nutrition des Végétaux, deuxième Mémoire ; par J. H. HASSENFRAITZ,</i>	318
<i>Extrait des Annales de Chimie de Crell, par J. H. HASSENFRAITZ,</i>	330

Fin de la Table.



- A Sommet du Pic de Midi
- B Cabane du Pic
- C Grand Ravin
- D Rep. au dessus du petit Lac
- E au niveau du petit Lac
- F sur un Rocher
- G Hourque de cinq Ours
- H Lac d'Oncet
- I Cabane d'Oncet
- K Taron de Courret
- L Cabane de Thou
- M Rep. sur un Rocher
- N Pont de Montagueou
- O Transarion
- P ou a. Bareges
- b Pont S. Augustin
- c Auberge de Luz
- f Mine de Plomb
- k Nestalas
- m Argellez
- o Pont sur le Gave
- p Lourde
- q N. D. d'Ade'
- r Pont pres de Juillan
- s Tarbe
- t Entrée du Chemin de traverse
- y Parc de Sarniguet

