

ANNALES
DE CHIMIE;

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS
QUI EN DÉPENDENT.

*Par MM. DE MORVEAU, LAVOISIER,
MONGE, BERTHOLLET, DE FOUR-
CROY, le Baron DE DIETRICH, HAS-
SENFRAZ & ADET,*

TOME CINQUIÈME.



A PARIS,

RUE ET HÔTEL SERPENTE.

Et se trouve à LONDRES,

Chez JOSEPH DE BOFFE, Libraire, Gerard-Street,
N^o. 7 Soho.

M. D C C. X C.



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

M É M O I R E

*Sur la Cause des principaux Phénomènes
de la Météorologie.*

Par M. MONGE.

LES physiciens ont refusé long-tems de re-
connoître les molécules des corps comme
capables d'exercer quelque action les unes sur
les autres. Bornés dans leurs recherches à l'ob-

Tome V.

A

servation des corps considérés en grandes masses, ils n'admirent d'abord d'autres explications que celles qui leur parurent conformes aux loix générales de la mécanique; & ce ne fut que quand ils se familiarisèrent ensuite avec la marche que suit constamment la nature dans les compositions & dans les décompositions chimiques, qu'ils reconnurent enfin que les molécules des corps ont toutes une tendance les unes vers les autres, & que c'est à cette tendance, variable pour les différens corps, qu'il faut attribuer tous les phénomènes que présente la chimie.

Pour rendre raison de l'ascension de l'eau dans l'atmosphère sans employer d'autres causes que les loix de l'hydrostatique, ils étoient obligés de former des hypothèses ingénieuses, à la vérité, mais dont aucune ne pouvoit satisfaire à toutes les circonstances des phénomènes; on supposoit, par exemple, qu'à la surface des corps humides l'eau se formoit en petits globules vésiculaires dont la capacité étoit remplie ou par de l'air que la chaleur avoit raréfiée, ou par tout autre fluide élastique; & que ces globules, devenus par-là d'une pesanteur spécifique moindre que celle de l'air atmosphérique, s'élevoient jusqu'à ce qu'ils

fussent parvenus dans une couche dont la pesanteur spécifique fût égale à la leur. Mais outre que cette formation étoit purement hypothétique, elle ne pouvoit servir qu'à l'explication du phénomène seul de l'ascension; & on ne pouvoit rendre raison ni de la correspondance observée entre les différens états de l'atmosphère & les variations de la colonne de mercure dans le baromètre, ni de l'évaporation qu'éprouvent la glace & beaucoup d'autres corps solides dans l'air même le plus tranquille.

M. le Roy de Montpellier nous fit faire le premier pas dans cette carrière, en prouvant d'une manière incontestable que l'air a la faculté de dissoudre l'eau, & de la convertir en fluide élastique, comme l'eau dissout elle-même les sels & les fait passer de l'état solide à l'état liquide.

Tout le monde connoît les expériences décisives par lesquelles ce physicien fit voir,

1°. Que l'air, en absorbant de l'eau, conserve sa transparence, ce qui n'auroit pas lieu si l'eau étoit simplement suspendue par quelque moyen mécanique.

2°. Que la faculté dissolvante de l'air diminuant à mesure que la quantité d'eau observée

A ij

augmente, ce fluide peut arriver à une véritable saturation.

3°. Que le point de saturation est variable suivant les températures; en sorte que l'air saturé d'eau par une température haute, contient plus d'eau que quand il est saturé par une température plus basse.

4°. Que si l'air saturé d'eau éprouve un refroidissement, il devient supersaturé, & il abandonne toute l'eau dont il ne s'étoit chargé qu'à la faveur de l'excès de la température qu'il a perdue; & parce que ces quatre circonstances accompagnent ordinairement toutes les dissolutions, & en sont regardées en général comme les caractères, il prononça que l'absorption de l'eau par l'air est le résultat d'une véritable dissolution.

Au moyen de cette découverte seule, il n'étoit pas encore possible de rendre raison des grands phénomènes de la météorologie, mais il étoit déjà facile d'expliquer des faits nombreux qui se passent tous les jours sous nos yeux, & dont on ne pouvoit appercevoir auparavant ni la cause, ni les rapports. Nous allons entrer à cet égard dans quelques détails.

Lorsque l'air de l'atmosphère, saturé d'eau ou voisin de l'état de saturation, est en contact

avec des corps dont la température est sensiblement plus basse que la sienne, la couche de ce fluide qui enveloppe les corps doit se refroidir & abandonner toute l'eau qu'elle ne tenoit en dissolution qu'à la faveur de son excès de température, & l'eau qui résulte de cette précipitation & qui est dans l'état liquide, doit s'attacher à la surface des corps, si ceux-ci sont susceptibles d'en être mouillés, ou se dissiper d'une manière insensible dans l'atmosphère, si elle n'a pas la faculté de s'attacher à leurs surfaces; & dans l'un & l'autre de ces deux cas, la transparence de l'air ne doit pas être troublée, parce que ce fluide étant peu conducteur de la chaleur, il n'éprouve de refroidissement sensible que dans le voisinage des corps, & que la précipitation ne peut pas avoir lieu dans le reste de l'étendue de la masse.

C'est pour cette raison que pendant l'été les bouteilles que l'on sort de la cave, & dont la température est plus basse que celle de l'atmosphère, se mouillent par leur contact avec l'air, & continuent de le faire jusqu'à ce qu'elles aient acquis à peu près la température du milieu dans lequel elles sont plongées, & que les vases dans lesquels on prend des glaces, se mouillent à l'extérieur, & même se couvrent

A iij

d'une espèce de frimat lorsque leur température est plus basse que celle de la congélation.

C'est aussi pour cela que pendant l'hiver, quand l'air extérieur est plus froid que celui des appartemens, les vitres qui se refroidissent promptement à cause de leur peu d'épaisseur se mouillent en dedans, tandis qu'au contraire lorsqu'après de longues gelées l'air & les parois des appartemens ont été considérablement refroidis, & que le dégel survient tout-à coup, les vitres refroidies par leur contact avec l'air intérieur dont la température est alors plus basse que celle de l'air extérieur, se mouillent en-dehors; on voit enfin pourquoi dans cette dernière circonstance les métaux, les pierrés, les bois se couvrent d'humidité, & pourquoi ce phénomène dure plus long-tems pour les corps qui ayant plus de masse, emploient, toutes choses égales d'ailleurs, plus de tems à reprendre la température de l'atmosphère.

Lorsque l'air atmosphérique saturé d'eau ou voisin de l'état de saturation éprouve un refroidissement sensible dans toute l'étendue de sa masse, il doit abandonner par-tout l'eau qu'il ne tenoit en dissolution qu'à la faveur de l'excès de sa température précédente : l'eau qui

résulte de cette précipitation doit se trouver difféminée dans toute l'étendue de la masse en globules sphériques extrêmement petits, & qui, quoique transparens eux-mêmes, doivent néanmoins troubler la transparence de la masse d'air qui les renferme, parce que la lumière en passant de l'air dans les globules & de ces globules dans l'air, subit de fréquentes réfractations qui la détournent de sa direction en ligne droite; & la masse d'air, devenu visible par-là, doit présenter l'aspect d'une fumée ou d'un brouillard plus ou moins épais, selon que la précipitation a été plus ou moins abondante.

Il est facile d'après cela d'expliquer la formation de la fumée qui s'élève au-dessus de l'eau lorsqu'elle est plus chaude que l'air environnant; car la couche d'air qui repose sur la surface de l'eau s'échauffant par son contact & devenant par-là moins saturée d'eau qu'elle n'étoit auparavant, en dissout en effet davantage; mais sa pesanteur spécifique étant diminuée & par la raréfaction que produit l'élévation de sa température, & par une autre cause que nous rapporterons plus tard, elle s'élève en conservant sa transparence jusqu'à ce que, par son mélange avec l'air le plus froid qui l'environne, elle se soit assez refroidie pour devenir

A iv

superfaturée : alors elle abandonne toute l'eau qu'elle ne peut plus tenir en dissolution par sa température actuelle ; & cette eau abandonnée, en troublant la transparence de l'air, devient visible sous la forme d'une fumée qui ne continue de s'élever qu'à cause du mouvement acquis de la masse d'air dans laquelle elle se trouve, ou de l'excès de température que cette masse conserve encore. Enfin, cette fumée se dissipe, tant parce qu'en se distribuant dans une plus grande masse d'air, elle se délaie, pour ainsi dire, que parce que l'état de grande division où elle est favorise & accélère la dissolution dans l'air environnant lorsque celui-ci n'en est pas complètement saturé.

On voit donc pourquoi pendant l'hiver l'eau des rivières, quoiqu'à la température de la glace, produit de la fumée lorsque l'air de l'atmosphère est sensiblement plus froid qu'elle ; pourquoi l'air qui sort des caves & qui est pour l'ordinaire saturé d'eau par une température de 8 ou 10 degrés au-dessus de la congélation, devient visible comme une fumée lorsque la température de l'air extérieur est considérablement plus basse ; pourquoi l'haleine des animaux qui s'est échauffée & qui a dissous de l'eau dans leurs poumons, devient visible lors-

qu'il fait froid & humide, tandis qu'elle reste transparente & invisible lorsque l'air extérieur est sec & chaud ; pourquoi enfin il s'élève une fumée sensible de dessus la surface des grands animaux pendant l'hiver lorsqu'ils ont été mis en sueur ou par un travail pénible, ou par un exercice violent.

Pendant l'été, l'air des vallées échauffé par les rayons directs du soleil & par ceux que les collines ont réfléchis, dissout dans la journée une grande quantité d'eau ; mais le soir il perd sa transparence, & il devient visible sous la forme d'un brouillard lorsqu'en s'élevant au-dessus du sol il se mêle avec un air plus froid qui abaisse sa température au-dessous de celle qui convient à sa saturation exacte. Dans tous les cas analogues, la fumée & le brouillard ne sont autre chose que de l'air rendu visible par de l'eau qu'il avoit d'abord dissoute en vertu d'une température plus haute, & qu'il a ensuite abandonnée lorsqu'à cause d'un refroidissement, il en est devenu supersaturé.

M. Leroy, qui avoit été dirigé dans ses recherches par la comparaison de ce qui se passe dans la dissolution de l'eau par l'air avec ce qui a lieu dans la dissolution des sels par l'eau, étendit sa découverte aussi loin que l'analogie

pouvoit le permettre ; mais il s'arrêta quand l'analogie cessa de le conduire. L'eau étant un liquide incompressible & dont la densité ne peut éprouver de variation sensible que par les changemens de température , ne peut changer de manière d'agir sur les substances qu'elle tient en dissolution que quand elle subit quelque altération dans sa température ; tandis qu'au contraire un fluide élastique doit exercer une action plus grande sur les substances qu'il a la faculté de dissoudre ; lorsque sa température reste d'ailleurs la même , ses molécules en vertu d'une plus grande pression , sont plus rapprochées , & qu'il renferme plus de masse sous le même volume ; mais l'analogie n'alloit pas jusques-là , & M. Leroi ne fut conduit ni à la considération des changemens subits qui arrivent dans la constitution de l'atmosphère , ni à l'explication des principaux phénomènes de la météorologie. Cependant le pas le plus important étoit fait , le mot de *dissolution* étoit prononcé , & de bons esprits ne pouvoient tarder d'ajouter ce qui manquoit à la découverte de ce physicien.

On reconnut en effet bientôt qu'à température constante l'air dissout d'autant plus d'eau pour arriver au point de saturation , qu'il

est plus dense & par conséquent plus comprimé; en sorte que de l'air saturé d'eau sous une certaine pression, cesse de l'être & devient capable d'en dissoudre encore lorsque la température restant la même, la pression qu'il éprouve vient à croître, & qu'au contraire il devient supersaturé & qu'il abandonne de l'eau qui trouble sa transparence dans toute son étendue lorsque sa compression vient à diminuer. Cette proposition, qui seroit suffisamment vérifiée par sa seule conformité avec un grand nombre de phénomènes qui ont été découverts depuis, se démontre d'une manière incontestable par l'expérience suivante.

Si après avoir renfermé de l'air atmosphérique sous le récipient d'une machine pneumatique assez long-tems pour qu'il ait pu se saturer d'eau par son contact avec celle qui mouille les cuirs de la platine ou avec celle qu'on peut lui avoir exposée, on vient à faire le vuide en mettant quelque intervalle entre les coups de piston; & si l'appareil est disposé de manière que le récipient soit placé entre le jour qui vient des croisées & l'observateur, il est facile d'appercevoir que l'air du récipient qui d'abord étoit transparent, parce que l'eau qu'il avoit absorbée étoit dans l'état de disso-

lution, perd à chaque coup de piston sa transparence d'une manière parfaitement analogue à ce qui se passe dans toute autre dissolution troublée ; qu'il en résulte un brouillard ou une espèce de nuage dont l'intensité dépend du volume du récipient ; & que les globules d'eau liquide & non dissoute qui constituent ce nuage tombent ensuite lentement sur la platine, comme un précipité chimique se rassemble au fond du vase où la dissolution a été troublée ; enfin, le nuage se renouvelle à chaque coup de piston, jusqu'à ce que l'exhaustion soit portée assez loin pour que l'eau puisse se vaporiser en vertu de la seule diminution de pression.

M. de Saussure, dans ses essais d'hygrométrie, donne un moyen bien simple de rendre frappant ce phénomène, qui n'est pas toujours assez sensible ; sur-tout pour des cours publics. Il propose de faire l'expérience dans une chambre obscure, & d'y introduire un faisceau de lumière dirigée au travers du récipient ; ce faisceau, en éclairant les globules d'eau abandonnée, les rend visibles, comme il fait appercevoir les petits corps qui nagent dans l'air de l'appartement, & qu'on ne voit pas au grand jour.

Quoique cette expérience fût connue depuis

long-tems , on n'en avoit cependant encore déduit aucune conséquence importante , parce qu'on ne considéroit pas la combinaison de l'air & de l'eau comme une véritable dissolution ; mais dès que la découverte de M. Leroi eut fait à cet égard une espèce de révolution , les physiciens , ceux sur-tout qui étoient déjà familiarisés avec les spéculations chimiques , ne tardèrent pas à en conclure que quand l'air tient de l'eau en dissolution , le point de saturation est variable non-seulement selon la température , comme l'avoit prouvé M. Leroi , mais encore selon sa compression actuelle.

Dès-lors il fut facile de rendre raison de plusieurs grands phénomènes de la météorologie , & principalement de la correspondance observée entre les variations de la colonne du baromètre & les différentes constitutions de l'atmosphère , correspondance sur laquelle les meilleurs esprits s'étoient exercés en vain , & dont on n'avoit encore donné aucune explication satisfaisante.

En effet , lorsqu'après plusieurs beaux jours la colonne de mercure vient à baisser dans le baromètre , & que la pression de l'air est par conséquent diminuée , il est clair que les couches inférieures de l'air , moins comprimées

qu'elles n'étoient auparavant, doivent approcher davantage du point de saturation, l'atteindre & même l'outré-passer, si la diminution de pression & l'abaissement du mercure qui en est une suite sont assez considérables. Dans ce cas les couches d'air supersaturées doivent donc abandonner toute l'eau qu'elles ne tenoient en dissolution qu'à la faveur de l'excès de leur compression; & cette eau, abandonnée dans toute l'étendue des couches, doit troubler leur transparence & les rendre visibles sous la forme de nuages.

Les molécules d'eau dont les nuages sont formés devroient tomber lentement comme les résultats de toutes les précipitations chimiques, & elles le feroient en effet si elles étoient dans un fluide tranquille; mais l'atmosphère perpétuellement agitée par les changemens de densité & de température auxquels elle est sans cesse exposée, les entraîne dans ses différens mouvemens & retarde leur chute. Cependant cette même agitation, en mettant en contact des globules qui étoient auparavant séparés par des couches d'air, & qui pour cela n'exerçoient aucune action les uns sur les autres, les oblige à se réunir en globules plus gros & moins nombreux, jusqu'à ce que, devenus d'a-

bord capables de vaincre la résistance que l'air opposoit à leur mouvement , & que réunis ensuite aux globules plus petits qu'ils rencontrent dans leur chute, ils nous arrivent enfin sous la forme de pluie dont les gouttes sont d'autant plus grosses, qu'elles tombent de plus haut , & que l'épaisseur verticale du nuage qu'elles ont traversé est plus considérable.

Au contraire , lorsqu'après plusieurs jours de pluie la colonne de mercure vient à s'élever dans le baromètre , & que la pression de l'air devient plus grande , les couches inférieures de l'atmosphère qui auparavant étoient saturées sous la pression qu'elles éprouvoient alors , cessent de l'être sous une pression plus grande ; elles deviennent capables de dissoudre de l'eau nouvelle , & elles dissolvent en effet une partie de celle avec laquelle elles sont en contact ; elles sèchent les corps humides que l'on expose à leur action , comme l'eau douce édulcore les matières imprégnées des substances qu'elle peut dissoudre : mais c'est sur les petits globules dont les nuages sont composés, qu'elles agissent avec le plus d'énergie , parce que les globules étant disséminés dans l'air & en contact de toutes parts avec le dissolvant, ils en sont attaqués par un plus grand nombre de points ;

de même que le précipité d'une dissolution chimique est plutôt redissous quand il est encore tenu en suspension & dans un état de grande division, que quand, toutes autres circonstances étant d'ailleurs les mêmes, il est rassemblé au fond du vase ou adhérent à ses parois. Les nuages se dissipent donc, mais d'une manière lente, parce que les dissolutions sont en général moins rapides que les décompositions; si l'on porte alors la vue sur les bords de quelque nuage, & que l'on en fixe quelque partie saillante, on la voit s'atténuer insensiblement & se dissiper dans l'air, qui reprend enfin sa transparence pour la conserver jusqu'à ce que les circonstances qui favorisent alors sa faculté dissolvante, savoir, sa température & principalement la compression qu'il éprouve, viennent à cesser, & que le mercure s'abaisse d'une manière sensible dans le baromètre.

Ainsi, l'air atmosphérique peut devenir supersaturé d'eau par deux causes très-différentes, ou parce que sa température est suffisamment abaissée, ou parce qu'il éprouve dans la pression qu'il supporte une diminution suffisante; mais dans chacune de ces deux circonstances il se comporte d'une manière particulière. Lorsque la supersaturation est produite par un simple refroidissement,

refroidissement, nous avons vu que la précipitation se fait le plus souvent dans les couches d'air qui sont en contact avec les corps qui les refroidissent, & que le reste de la masse d'air n'éprouvant pas un refroidissement aussi grand, n'outre-passe pas toujours le terme de la saturation, & qu'il garde sa transparence, excepté dans les cas seuls où cette masse, en se distribuant dans de l'air plus froid, retient dans toute son étendue un abaissement suffisant de température. Mais quand la supersaturation est l'effet d'une diminution de pression, comme cette diminution affecte toute la masse d'une manière à peu près uniforme, la supersaturation est générale, l'eau est abandonnée par-tout, la transparence de l'air est toujours troublée, & le résultat de cette opération est un nuage si elle se fait à quelque hauteur dans l'atmosphère, & un brouillard si elle s'exécute autour de nous.

Avant que d'aller plus loin, il est nécessaire de discuter une observation qui a été faite dans ces derniers tems par un physicien distingué, & qu'on pourroit regarder comme contraire à la proposition que nous venons d'avancer.

M. de Saussure, après avoir composé l'hygromètre à cheveu de son invention, & s'être

assuré par un grand nombre d'expériences de la fidélité de cet instrument, fut empressé de reconnoître comment il seroit affecté par les changemens de densité de l'air. Pour cela il exposa l'hygromètre sous le récipient de la machine pneumatique pendant un tems suffisant pour être assuré que le cheveu s'étoit mis en équilibre avec l'humidité de l'air intérieur, puis il fit le vuide, afin d'observer quelle seroit la marche que l'instrument suit alors. Prévenu, comme il le dit lui-même, en faveur de l'opinion dont il s'agit, mais aussi persuadé que l'hygromètre devoit toujours indiquer l'humidité extrême dans tout air saturé d'eau, quelle que fût d'ailleurs la densité de ce fluide; il s'attendoit, en diminuant la densité de l'air du récipient jusqu'à ce que sa transparence fût troublée, & en portant par-là le fluide au-delà du point de saturation, il s'attendoit, dis-je, à voir l'hygromètre marcher vers l'humidité extrême, atteindre enfin ce terme, & y rester pendant tout le tems de l'exhaustion. Il fut surpris d'observer au contraire que l'instrument non-seulement marchoit vers la sécheresse au premier coup de piston, & gardoit sa nouvelle position tant que l'air du récipient restoit dans le même état, mais encore qu'il continuoit à

chaque coup de piston de s'approcher de ce terme par des progrès qui d'abord alloient en décroissant jusqu'à un certain point, & qui devenoient ensuite de plus en plus rapides, comme on peut le voir dans le résultat d'une de ses expériences que nous rapportons ici, & auquel nous ajoutons une colonne de *différence*, pour montrer les inégalités de la marche de l'hygromètre.

<i>Abaissemens du mercure dans le baromètre intérieur.</i>		<i>Marche de l'hygromètre vers la sécheresse extrême.</i>	<i>Différences.</i>
pouc. 6	lignes. 9	9°,98	9°,98
13	6	11,49	1,42
20	3	16,14	4,34
26	2 $\frac{1}{2}$	24,47	8,33

L'observation que nous venons de rapporter n'a rien qui prouve que l'air n'ait pas la faculté de dissoudre d'autant plus d'eau qu'il est

B. ij.

& plus chaud & plus comprimé, & nous pensons qu'il est très-facile de rendre raison de toutes les circonstances qui l'accompagnent, lorsqu'on a réfléchi sur la manière dont l'action des fluides élastiques est altérée par les changemens de leurs densités.

En effet, le cheveu de l'hygromètre ne peut être en équilibre par rapport à l'humidité avec l'air environnant, à moins que les molécules d'eau qui sont à sa surface ne soient elles-mêmes en équilibre avec toutes les forces qui s'exercent sur elles, forces dont les unes tendent à les faire pénétrer dans l'intérieur de la substance de ce cheveu; tandis que les autres s'opposent à leur intrusion.

Dans tous les cas que nous considérons ici, il n'y a qu'une seule force qui s'oppose à l'intrusion de l'eau, c'est l'adhérence que les molécules propres du cheveu ont les unes pour les autres, adhérence qui doit être vaincue pour que ces molécules s'écartent & admettent de l'eau nouvelle dans les intervalles qui les séparent. Cette force n'est pas une simple résistance, car en tendant à rapprocher les molécules du cheveu, elle fait effort pour en exprimer l'eau, & elle l'exprime en effet lorsqu'elle peut surmonter les obstacles qui s'y

opposent. Mais il y a deux forces qui tendent à faire pénétrer l'eau dans l'intérieur du corps hygrométrique ; la première est l'excès d'affinité de l'eau pour le cheveu, sur son affinité qui la tient en dissolution ; la seconde, à laquelle il ne paroît pas qu'on ait fait suffisamment attention, est la compression qu'éprouve le fluide environnant, & qu'il exerce à son tour contre la surface du cheveu. Cette compression doit avoir évidemment elle-même deux effets distincts ; car en supposant d'abord que l'air tiende de l'eau en dissolution sous la forme de fluide élastique, la compression doit augmenter la densité de l'eau considérée dans cet état, & par conséquent augmenter son action chimique sur les corps hygrométriques ; de même que l'air atmosphérique devient plus dissoluble dans l'eau lorsqu'il est plus comprimé, & que l'action du gaz oxigène sur les corps combustibles est plus grande lorsque la compression est plus forte. Mais en supposant même que le fluide environnant ne tiende point d'eau en dissolution, la pression qu'il exerce sur la surface du cheveu s'oppose à ce que l'eau en soit exprimée, & l'on conçoit que cette force seule peut être portée à tel point qu'elle empêche en effet, qu'aucune molécule d'eau ne

forte, & que le cheveu n'éprouve aucune contraction ; c'est-à-dire, qu'un cheveu saturé d'eau & indiquant l'humidité extrême pour les circonstances actuelles, pourroit être introduit dans un fluide élastique très-sec sans se recouvrir & sans faire le moindre pas vers la sécheresse, si ce fluide, privé d'ailleurs de toute action sur l'eau, étoit suffisamment comprimé.

Lors donc qu'il survient quelque altération dans l'une des trois forces que l'on vient de considérer, l'eau doit pénétrer dans l'intérieur du cheveu où elle doit en être exprimée, & le cheveu lui-même doit s'allonger ou se raccourcir, selon le sens dans lequel l'équilibre a été troublé. Il est inutile d'entrer ici dans le détail de tous les cas de cette perturbation d'équilibre, il nous suffit de considérer celui qui a lieu dans l'observation de M. de Saussure.

Lorsque l'hygromètre placé sous le récipient de la machine pneumatique indique l'humidité extrême ou qu'il est voisin de ce terme, & qu'ensuite on dilate l'air par un coup de piston, on produit par cette opération seule deux effets contraires, & dont on n'apperçoit que la différence ; car, d'une part, en diminuant la den-

fixé de l'air, on porte ce fluide au-delà du point de saturation, on diminue son affinité pour l'eau, & l'on favorise l'introduction de l'eau dans le cheveu; mais de l'autre, en diminuant la pression que l'air exerçoit contre le cheveu, on affoiblit un des obstacles qui empêchoient l'eau de céder à l'action qui porte les molécules de cheveu les unes vers les autres, & on favorise sa sortie: & l'expérience nous apprend que c'est ce dernier effet qui est le plus considérable, puisque ce cheveu se contracte & marche vers la sécheresse.

Enfin, le cheveu peut se contracter dans deux circonstances différentes, 1°. lorsque l'air devenu plus dissolvant de l'eau, lui enlève une partie de celle qu'il contenoit, & alors la surface du cheveu est sèche; 2°. lorsque le fluide élastique environnant, sans devenir plus dissolvant, le comprime avec moins de force, & dans ce cas le cheveu est mouillé en-dehors; & l'on verroit l'eau ruisseler sur sa surface, si le phénomène se passoit plus en grand.

Au reste, il y auroit certainement de la témérité à établir une théorie nouvelle d'après des considérations aussi délicates & dénuées de faits positifs; mais il n'est question ici que de l'explication d'un fait isolé, qui d'abord a paru

contraire à une théorie généralement adoptée, & il suffit de l'avoir expliqué d'une manière raisonnable pour que cette théorie, fondée d'ailleurs sur des expériences directes & vérifiée par tous les phénomènes de la météorologie, ne doive pas être rejetée.

Il résulte de là que l'hygromètre est sensible au poids de l'atmosphère, & que dans la détermination du point de l'humidité extrême, sur le limbe de cet instrument, il faut avoir égard à la hauteur du baromètre.

Un hygromètre construit à Genève, où le mercure ne s'élève dans le baromètre qu'à 27 pouces, doit indiquer à Paris le 100^e degré sans que l'humidité soit extrême & sans que l'air ait atteint le point de saturation. Nous avons vérifié cette conjecture, MM. Vandermonde, Berthollet & moi, en renfermant un hygromètre de Genève sous une cloche de verre au-dessus d'un appareil hydro-pneumatique, le baromètre étant à 28 pouces 4 lignes : lorsque l'air de la cloche & l'hygromètre eurent atteint l'humidité extrême, l'aiguille de l'instrument indiqua à peu près 104 degrés, tandis qu'à Genève, & dans des circonstances d'ailleurs les mêmes, elle n'en auroit indiqué que 100.

Nous ne devons pas quitter cet objet sans

parler des inégalités de la marche de l'hygromètre dans l'expérience de M. de Saussure. Il est bien évident que s'il ne se passoit que ce que nous venons de rapporter, l'hygromètre ne pourroit jamais atteindre la sécheresse extrême dans le vide absolu, parce que la force avec laquelle l'eau adhéroit à l'air dans l'opération par laquelle on a déterminé ce point, n'a pas lieu dans le vide, & qu'ainsi les pas que l'hygromètre fait vers la sécheresse en vertu des coups successifs du piston, devroient toujours aller en décroissant. Mais il faut observer que quand la pression de l'air a été diminuée jusqu'à un certain point qui dépend de la température, l'eau se convertit en vapeur; la force avec laquelle elle est portée à ce changement d'état, tend à la faire sortir en plus grande quantité de l'hygromètre, & favorise la contraction du cheveu, dont la marche vers la sécheresse, après avoir été en décroissant dans le commencement, doit ensuite par-là devenir croissante, conformément à l'observation de M. de Saussure.

La contraction du cheveu dans un air moins comprimé ne présente donc rien qui ne s'accorde parfaitement avec la propriété que l'air a de dissoudre d'autant plus d'eau, qu'il est

plus chaud & plus dense, & qui ne soit conforme à la manière générale dont se comportent les fluides élastiques dans toutes les opérations analogues.

L'évaporation, c'est - à - dire, la dissolution des liquides dans les fluides élastiques est toujours accompagnée d'un refroidissement d'autant plus grand, toutes choses égales d'ailleurs, que la quantité & la rapidité de la dissolution sont plus grandes. Cette circonstance, observée pour la première fois par le docteur Cullen, confirmée ensuite par M. Baumé, fut enfin expliquée par M. Black, qui fit voir, par des expériences également neuves & exactes, que quand les corps passent de l'état solide à l'état liquide, & de celui-ci à l'état de fluide élastique, ils absorbent des quantités déterminées de calorique qu'ils enlèvent aux corps circonvoisins dont la température s'abaisse; & que quand, par tout autre moyen que par le refroidissement, ces corps retournent de l'état de fluide élastique à l'état liquide, ou de celui-ci à l'état solide, ils restituent ces quantités de calorique au milieu environnant dont ils élevoient alors la température.

L'analogie entre ces deux changemens d'état est encore plus grande qu'elle ne le paroît par

ce simple exposé. En effet, les solides passent à l'état liquide de deux manières différentes, ou par l'action seule du calorique, comme il arrive dans toutes les fusions, ou par l'action d'un liquide préexistant, & alors l'opération est une véritable dissolution; dans l'un & l'autre cas, il y a du calorique absorbé; mais en général la dissolution d'une certaine substance en absorbe beaucoup moins que n'en exige sa fusion. Les sels neutres, par exemple, consomment moins de calorique lorsqu'ils se dissolvent dans l'eau que quand ils se liquéfient dans un creuset par l'action du feu, parce que dans la dissolution l'action du calorique étant aidée de toute celle du dissolvant, il faut moins de calorique pour produire le même effet. De même les liquides peuvent passer à l'état de fluide élastique de deux manières, ou par l'action seule du calorique, comme dans la vaporisation, ou par l'action d'un autre fluide élastique déjà formé, comme dans l'évaporation; & parce que dans ce dernier cas la quantité de calorique absorbée est beaucoup moindre que celle qui leur est nécessaire pour se convertir en vapeur, il s'ensuit que l'action du calorique est alors aidée de toute celle du dissolvant. Ainsi, l'on s'est trompé dans ces derniers tems, lors

qu'on a cru que l'évaporation ne pouvoit avoir lieu, à moins que le liquide ne fût auparavant converti en vapeur par l'action seule du calorique, & que ce n'étoit qu'après s'être mêlé dans cet état avec un fluide élastique, qu'il pouvoit ensuite subir la dissolution. Au reste cette opinion est absolument contraire aux faits, puisque sous le poids de l'atmosphère & par les températures ordinaires l'eau ne se vaporise jamais, & qu'elle ne peut alors passer à l'état de fluide élastique, si elle n'est en contact avec de l'air non saturé, ou si elle n'est exposée à l'action dissolvante d'un autre fluide élastique déjà formé & qui concourt à la production d'un effet que le calorique seul ne pourroit produire.

La découverte du docteur Cullen servit à rendre raison d'une circonstance remarquable qui accompagne ordinairement les phénomènes de la météorologie. On voit enfin que quand le mercure monte dans le baromètre, & que quand l'air de l'atmosphère, devenu par-là plus dense & moins saturé, dissout l'eau qui est éparée dans son sein sous la forme de nuages, ou celle qui mouille les corps avec lesquels il est en contact, il doit fournir le calorique nécessaire à cette opération, & éprouver dans sa

température un abaissement proportionné à la quantité & à la rapidité de la dissolution ; ce qui explique en partie le froid qui règne ordinairement dans l'atmosphère par les vents du nord-est, qui pour nous sont les plus secs. Tandis que lorsque le mercure baisse dans le baromètre, & que l'air devenu supersaturé abandonne au contraire sous la forme de nuages l'eau qu'il tenoit auparavant en dissolution ; & qu'il mouille la surface des corps qu'il touche ; l'eau, en retournant à l'état liquide, doit restituer à l'atmosphère tout le calorique dont elle s'étoit emparée pendant la dissolution, ce qui explique l'élevation de température qui accompagne ordinairement dans nos climats les vents de sud-ouest, du moins pendant la formation des nuages, quoique souvent cette température soit ensuite considérablement abaissée par la chute de pluie, qui, en traversant l'air avec une vitesse plus ou moins grande, donne lieu à une évaporation nouvelle & à un refroidissement plus ou moins rapide.

C'est peut-être ici le lieu de parler de la forme que prend l'eau lorsqu'elle est abandonnée par l'air en vertu d'un abaissement de température, ou d'une diminution suffisante dans la pression de l'atmosphère. Quelques physiciens

modernes, trompés par la légèreté apparente des molécules d'eau qui constituent les nuages, par la faculté qu'elles ont lorsqu'on les reçoit sur l'eau de flotter à la surface sans se confondre avec la masse, par la grande mobilité dont elles jouissent alors, & séduits par quelques apparences spécieuses, lorsqu'ils ont cru observer que les molécules s'élevoient d'elles-mêmes dans l'atmosphère sans y être déterminées par aucune agitation du fluide, ont pensé que ces globules devoient être creux, remplis d'un fluide particulier plus léger que l'air atmosphérique, & enveloppés d'une couche de ce même fluide, & ils ont donné à ces globules le nom de *vapeur vésiculaire*.

Dans le nombre presque infini des globules d'eau qui troublent la transparence de l'air lorsque le ciel est tout couvert, il n'est peut-être pas impossible que par un concours de circonstances qu'il seroit cependant difficile d'indiquer, il ne s'en trouve quelques-uns qui prennent la forme vésiculaire; & s'il en existe, ils ne peuvent être remplis & environnés que d'air atmosphérique. Mais en général l'eau abandonnée dans l'intérieur d'un fluide élastique qui la tenoit en dissolution, se convertit en globules très-petits, pleins, épars, & qui quoique

d'une pesanteur spécifique beaucoup plus grande que celle du fluide qui les renferme ; sont tenus en suspension par deux causes qu'il est nécessaire de développer.

1°. L'état de division dans lequel est l'eau & la petitesse des globules dans lesquels elle est alors réduite , lui font éprouver de la part de l'air une grande résistance , en vertu de laquelle elle doit employer un tems considérable pour parcourir plusieurs centaines de toises dans l'atmosphère ; de même qu'un précipité métallique met plusieurs heures à descendre de quelques pouces dans un liquide d'une pesanteur spécifique beaucoup moindre que la sienne.

2°. L'affinité de l'eau pour l'air , même saturé de ce liquide , fait adhérer chaque globule à la couche d'air qui l'environne , ce qui produit le même effet que si le volume étoit augmenté sans que sa masse eût reçu un accroissement proportionnel , & doit encore retarder sa chute. C'est par une semblable adhérence à l'air environnant qu'une aiguille d'acier sèche ou qu'une petite lame de métal , peut flotter sur la surface d'une eau tranquille , quoique sa pesanteur spécifique soit beaucoup plus grande que celle du liquide. L'adhérence dont il s'agit

ici n'est point une hypothèse amenée pour l'explication du phénomène, elle est prouvée par tous les faits qui ont quelque analogie avec celui dont il est question ; c'est en vertu de cette adhérence que l'eau entraîne & comprime l'air dans les trompes qu'on substitue aux soufflets dans quelques forges, comme la corde entraîne l'eau elle-même dans la machine de Verrat ; & pour nous servir d'un exemple qui ait encore plus de rapport avec notre objet, c'est en vertu de cette adhérence à la couche d'air qui les environne, que des gouttes d'eau massives s'enfoncent à peine du deuxième de leur diamètre lorsqu'elles roulent sur la surface de l'eau, même agitée.

On a cru que les globules d'eau qui constituent les nuages & les brouillards étoient vésiculaires, parce que quand on les reçoit sur la surface de l'eau, elles y flottent sans se réunir à la masse ; mais, comme je l'ai fait voir dans un mémoire que je lus l'année dernière à l'académie, il est très-facile, au moyen d'un chalumeau capillaire, de faire flotter sur la surface de l'esprit-de-vin des gouttes massives de ce liquide ; on les y voit alors rouler avec une très-grande liberté, se choquer les unes les autres & se réfléchir sans se réunir.

Quoique

Quoique le succès de cette expérience soit en général moins facile avec de l'eau, il se présente cependant de fréquentes occasions de la vérifier, même avec ce dernier liquide; par exemple, chaque fois que le rameur lève sa rame, l'eau qui en découle se partage en globules massifs d'une ligne ou deux de diamètre, dont plusieurs roulent sur la surface de l'eau & ne se mêlent que très-tard avec elle. On s'assure que ces gouttes sont massives par leur comparaison avec les ampoules vésiculaires qui se forment en même tems, & principalement parce qu'elles sont convexes vers le bas comme vers le haut, tandis que les ampoules sont toutes hémisphériques. Or, la grosseur des gouttes est évidemment un obstacle à la production de ce phénomène; si donc il est si fréquent pour des gouttes d'eau de deux lignes de diamètre, à plus forte raison doit-il avoir lieu pour les globules des nuages qui ont à peine un 50^e de ligne, & dont la masse est un million de fois plus petite.

On s'est encore persuadé que les globules dont il s'agit étoient vésiculaires, à cause de la rapidité avec laquelle ils se meuvent sur la surface de l'eau; mais c'est cette rapidité même qui prouve qu'ils sont massifs & qu'ils touchent

à peine la surface ; car s'ils étoient creux , & par conséquent hémisphériques , ils éprouveroient & de la part de l'air , & de la part de l'eau à laquelle ils adhéreroient par un grand cercle , une résistance qui s'opposeroit à la liberté de leur mouvement , comme on peut s'en affurer en grand , en comparant des globules massifs d'esprit-de-vin avec des ampoules à peu près de même diamètre ; celles-ci sont à peine mobiles , tandis que les globules massifs cèdent facilement à la moindre agitation , & se meuvent avec une liberté comparable à celle d'une bille sur le tapis d'un billard.

Enfin , l'arc-en-ciel qui a toujours lieu lorsque les gouttes de pluie qu'on fait être pleines sont éclairées par le soleil , & qui n'est jamais produit par les globules dont les nuages sont formés , a paru une autre preuve que ces globules ne sont pas dans les mêmes circonstances que les gouttes de pluie , & l'on a cru que toute la différence consistoit en ce qu'elles étoient vésiculaires. Mais on n'a pas remarqué qu'il y a deux conditions essentielles à la production de l'arc-en-ciel ; la première , que les gouttes de pluie soient éclairées par la lumière directe du soleil ; la seconde , qu'elles soient placées de manière à être vues directement par

l'observateur : or , pour les globules des nuages , ces deux conditions ne sont jamais remplies ni l'une ni l'autre. L'opacité du nuage fait que les globules placés à la surface sont les seuls qui puissent être éclairés & qui puissent être apperçus. Ainsi ceux de ces globules qui sont dans les circonstances propres à la production du phénomène sont trop peu nombreux , & l'arc-en-ciel qui n'est jamais sensible que quand il est renforcé par les rayons que réfléchissent des gouttes nombreuses & placées à des distances différentes de l'observateur , est alors trop foible pour être apperçu.

L'existence des vapeurs vésiculaires n'est donc prouvée par aucun fait suffisamment bien observé ; & parce qu'on ne pourroit concevoir leur-formation qu'au moyen d'autres suppositions également gratuites , que d'ailleurs elles ne sont nécessaires à l'explication d'aucun phénomène, il s'ensuit qu'elles doivent être rejetées, comme elles l'ont toujours été par les meilleurs physiciens, sous quelque forme qu'elles aient été présentées.

Il ne suffisoit pas d'avoir expliqué la correspondance observée entre les variations de la hauteur du baromètre & les changemens de constitution de l'atmosphère ; il étoit encore

nécessaire de voir pourquoi dès que le vent de sud-ouest souffle à Paris, le mercure baisse dans le tube du baromètre, & pourquoi il monte au contraire par le vent de nord-est, & de rendre raison des faits analogues qui ont lieu dans d'autres pays & par d'autres vents ; ce qui étoit impossible avant une découverte importante dont nous sommes redevables à M. de Sauffure & à M. le chevalier de Landriani.

On savoit déjà depuis quelque tems que quand un gaz dissout un liquide, le volume du fluide élastique augmente, de même que quand un sel se dissout dans l'eau, la quantité de liquide devient plus grande. Par exemple, on avoit observé que l'air atmosphérique mis en contact avec de l'éther, devient d'un volume à peu près double en se saturant de ce liquide ; on avoit aussi remarqué que son volume augmente sensiblement, quoique d'une quantité beaucoup moindre lorsqu'il dissout de l'esprit-de-vin ; & il étoit probable qu'en dissolvant de l'eau, il devoit éprouver une dilatation dépendante de la quantité d'eau nécessaire à la saturation : mais ce que l'analogie seule ne pouvoit faire prévoir, c'est que quand l'air dissout de l'eau, l'augmentation de volume est plus grande que l'augmentation de masse ; en

forte que la pesanteur spécifique de l'air diminue à mesure qu'il tient plus d'eau en dissolution. Au moyen de cette découverte, à laquelle M. de Sauffure a été conduit par des recherches très-ingénieuses & par des expériences qui paroissent très-exactes, on voit clairement pourquoi dans un même pays la colonne du baromètre s'élève toujours par certains vents, tandis qu'au contraire elle s'abaisse toujours par certains autres.

En effet, & en prenant Paris pour exemple, lorsqu'après plusieurs jours de pluie le vent tourne au nord-est, les couches d'air apportées par le vent tiennent beaucoup moins d'eau en dissolution que celles qu'elles remplacent, tant parce que depuis le nord de l'Asie jusqu'à Paris elles n'ont été en contact qu'avec les terres du continent qui leur ont offert peu d'eau à dissoudre, que parce qu'en passant sur un sol élevé au-dessus du niveau de la mer, & en surmontant les sommets des montagnes qu'elles ont rencontrées, elles ont éprouvé une diminution de pression, en vertu de laquelle elles ont dû abandonner de l'eau; en sorte qu'elles arrivent dans un état plus éloigné de la saturation que n'est celui des couches auxquelles elles succèdent. Elles ont donc aussi une pesanteur spécifique

plus grande, qui, en augmentant le poids de la colonne totale de l'atmosphère, doit faire monter le mercure dans le baromètre, & leur mouvement ne peut plus être horizontal. Ces couches supérieures, en vertu des loix de l'hydrostatique, doivent s'abaisser & produire par ce mouvement incliné plusieurs effets très-sensibles.

1°. Ces couches dont la température est plus basse que n'est ordinairement celle des couches inférieures, occasionnent par leur abaissement un refroidissement dans les régions voisines de la surface de la terre.

2°. Ces couches d'air qui étoient déjà naturellement éloignées du point de saturation par leur abaissement dans l'atmosphère, sont exposées à une pression plus grande qui augmente leur faculté dissolvante; elles doivent donc pouvoir dissoudre toute l'eau qu'elles rencontrent éparse dans l'atmosphère, & rétablir avec assez de rapidité la transparence de l'air.

3°. Cette dissolution qui ne peut avoir lieu qu'en absorbant une grande quantité de calorique puisé dans le sein même de l'atmosphère, contribue à augmenter le refroidissement qu'on éprouve. On voit donc en général pourquoi le vent de nord-est à Paris fait monter la co-

lonne du baromètre, & produit un vent sec & froid.

Réciproquement, lorsqu'après plusieurs jours de beau tems le vent tourne au sud-ouest, les couches d'air qu'il amène ayant été sur un long trajet en contact avec la surface des mers, arrivent dans un état plus voisin de la saturation que n'est celui des couches qu'elles remplacent; leur pesanteur spécifique est donc moindre; & en diminuant le poids de la colonne totale de l'atmosphère, elles doivent faire baisser le mercure dans le baromètre. D'ailleurs, la marche de ces couches d'air ne peut pas être horizontale, d'abord parce qu'elles ne peuvent s'avancer sur le continent sans s'éloigner du niveau de la mer, & ensuite parce que leur pesanteur spécifique étant moindre, elles doivent s'élever dans l'atmosphère jusqu'à ce qu'elles se trouvent au niveau des couches de même pesanteur spécifique que la leur; elles doivent donc éprouver une diminution de pression, qui, les portant bientôt au-delà du point de saturation, les force d'abandonner l'eau qu'elles ne peuvent plus tenir en dissolution & de perdre leur transparence. Enfin, cette eau précipitée, en restituant à l'atmosphère tout le calorique qu'elle avoit absorbé pendant sa dissolution, & qu'elle

ne peut plus retenir dans son nouvel état, occasionne dans l'air une élévation sensible de température. On voit donc encore en général pourquoi les vents de sud-ouest, à Paris, font baisser la colonne du baromètre, & pourquoi ils produisent communément un tems humide & une température douce.

Ce que nous venons de dire pour Paris, des vents de sud-est & de nord-ouest, doit être dit de même pour tous les autres pays, des vents qui y occasionnent ordinairement ou la sécheresse ou la pluie.

Il résulte de tout ce qui précède, que l'explication des principaux phénomènes de la météorologie porte sur quatre principes qui ont été découverts à différentes époques, par des auteurs différens, & qu'il n'est peut être pas inutile de présenter ici sous un seul point de vue.

1°. L'air atmosphérique est un véritable dissolvant de l'eau, il est susceptible d'en être saturé; mais le point de saturation est variable suivant les différentes températures; en sorte que l'air absorbe plus d'eau pour arriver à la saturation par les températures élevées, que par les températures basses.

2°. Le point de saturation de l'air est aussi variable, suivant les différentes pressions qu'il

épreuve; en sorte que l'air absorbe plus d'eau pour arriver à la saturation sous une pression plus grande que sous une pression moindre.

3°. Lorsque l'air dissout de l'eau & la fait passer à l'état élastique, il lui cède une partie de son calorique, & il éprouve un abaissement sensible de température; réciproquement, lorsque l'air devient supersaturé d'eau par une autre cause que par le refroidissement, l'eau qu'il est forcé d'abandonner lui restitue le calorique qui étoit employé auparavant à la tenir dans l'état élastique, & l'air éprouve une élévation de température.

4°. La pesanteur spécifique de l'air atmosphérique diminue à mesure qu'il tient plus d'eau en dissolution, c'est-à-dire, que l'air, en dissolvant de l'eau, éprouve une augmentation de volume proportionnellement plus grande que n'est l'augmentation de sa masse.

A l'aide de ces quatre principes, il est facile de rendre raison d'une manière plausible des phénomènes de la météorologie, & même des plus petites circonstances qui les accompagnent. Nous allons essayer de le faire en passant plus rapidement sur ceux de ces phénomènes par rapport auxquels nous sommes déjà entrés dans des détails suffisans.

Des Phénomènes météorologiques qui dépendent du défaut de transparence de l'air, comme la Fumée, les Brouillards, les Nuages.

L'air ayant la faculté de dissoudre l'eau, l'atmosphère, dont le contact avec la surface des mers & avec les parties humides des continents est perpétuellement renouvelé, doit être regardé comme tenant continuellement une quantité d'eau plus ou moins grande en dissolution. Quelle que soit cette quantité d'eau absorbée par l'air, tant qu'elle est dans l'état de dissolution complète, l'atmosphère conserve sa transparence; c'est seulement quand une des causes qui favorisoient la dissolution éprouve une diminution assez grande pour porter l'air au-delà du point de saturation, que la portion d'eau surabondante, forcée de quitter l'état élastique & de se réduire à l'état liquide sous la forme de petits globules massifs, trouble la transparence de l'air dans toute l'étendue de la masse supersaturée.

Or, nous avons vu que la faculté dissolvante de l'air peut être favorisée par deux causes bien distinctes, qui sont l'élevation de la température & l'accroissement de la pression; la supersatu-

ration de l'atmosphère, & par conséquent la perte de sa transparence peut donc être produite de deux manières différentes, & les phénomènes qui en résultent ne doivent pas être confondus.

Lorsqu'une masse d'air saturée ou presque saturée d'eau par une certaine température, éprouve dans toute son étendue un refroidissement capable de la porter au-delà du point de saturation, & que néanmoins sa température est encore assez élevée pour que sa pesanteur spécifique soit moindre que celle des colonnes latérales de l'atmosphère; cette masse dont la transparence est troublée par la supersaturation, prend un mouvement ascensionnel, en vertu des loix de l'hydrostatique, & forme une *fumée*. C'est dans ce sens que les rivières & les corps humides *fument* lorsque leur température est sensiblement plus haute que celle de l'air environnant. Les fumées qui résultent des combustions sont en partie produites de cette manière, & en partie aussi par la condensation de différentes substances que la chaleur de la combustion avoit réduites en vapeurs; mais ces derniers phénomènes sont, pour ainsi dire, purement chimiques, & nous n'en ferons mention ici que pour classer d'une manière plus

déterminée ceux qui ont rapport à la météorologie.

Lorsque la pesanteur spécifique de la masse d'air saturée par refroidissement ne diffère pas sensiblement de celle des parties latérales de l'atmosphère, cette masse dont la transparence est troublée, garde sa position ou ne prend d'autre mouvement que celui qui peut lui être transmis par l'agitation de l'air; alors c'est un *brouillard* ou un *nuage*, selon la position de l'observateur par rapport à elle. C'est ainsi que le soir dans le fond des vallées, l'air qui, à la faveur de la température de la journée s'est saturé d'eau, & qui par l'absence du soleil éprouve un refroidissement assez grand, perd quelquefois sa transparence & forme un brouillard. Mais, nous l'avons déjà dit, le refroidissement étant une opération lente & qui ne peut se transmettre avec rapidité à des masses d'une grande étendue, il ne peut donner lieu qu'à de petits phénomènes; il faut donc attribuer à une autre cause ceux de ces phénomènes qui affectent une partie considérable de l'atmosphère, & cette cause est la diminution de pression.

En effet, lorsqu'une masse d'air dans un état voisin de la saturation éprouve dans la

pression qu'elle supporte une diminution capable de la porter au-delà du point de saturation, elle perd sa transparence ; mais parce que les causes d'une semblable diminution de pression agissent ordinairement sur une partie assez grande de l'atmosphère, que d'ailleurs cette diminution est de nature à se transmettre rapidement à de grandes distances, les effets qui en résultent se manifestent sur une grande étendue ; & la partie de l'atmosphère dont la transparence est troublée, est un *brouillard* si l'observateur y est lui-même compris, & un *nuage* s'il est placé dans une région plus élevée.

Ainsi, les phénomènes que nous venons de considérer sont des résultats de dissolutions troublées, avec ceci de particulier, que pour la *fumée* la dissolution a toujours été troublée par refroidissement, tandis que pour le cas des grands nuages & des brouillards d'une étendue considérable, la dissolution a toujours été troublée par une diminution dans la pression, & précédée d'un abaissement sensible du mercure dans le tube du baromètre.

De la Pluie.

L'effet immédiat & nécessaire de la super-

faturation de l'air est la perte de sa transparence ou la précipitation chimique de l'excès d'eau qu'il tenoit en dissolution. La chute du précipité n'est qu'un effet secondaire & subséquent qui de même auroit nécessairement lieu si l'air étoit parfaitement calme & si d'ailleurs sa faculté de dissoudre l'eau n'étoit pas sujete à de nouvelles altérations; mais la *pluie* qui constitue la seconde partie de ce phénomène peut être retardée par les circonstances, & même ne pas avoir lieu. C'est par cette raison qu'un abaissement considérable du mercure dans le baromètre, quoiqu'il annonce d'une manière assez sûre une supersaturation dans l'air, n'est pas un indice de *pluie* aussi constant, & que réciproquement la *pluie* ne cesse pas toujours immédiatement après que le baromètre est remonté d'une quantité sensible.

De la Neige.

Nous avons déjà vu que l'eau abandonnée par l'air en vertu d'une supersaturation se réduit en petits globules pleins, épars & retardés dans leur chute par leur adhérence à l'air qui les enveloppe. Tant que la température du milieu est au-dessus du terme de la congélation, ces

globules restent liquides & leur forme est sphérique ; mais quand la température est considérablement au-dessous de celle de la glace , ces globules se congèlent. Leur nouvel état ne favorise pas leur chute , parce que la glace adhère à l'air peut-être même plus que l'eau dans l'état liquide , & parce que la solidité de ces molécules ne leur permet pas du moins avec la même facilité de se réunir en assez grand nombre & d'acquérir une masse suffisante pour vaincre les résistances qui s'opposent à leur chute. Mais la masse de ces globules solides a une autre manière de croître qu'il est nécessaire de développer , & pour l'exposer avec plus de clarté , nous aurons recours à l'analogie.

Si l'on remplit un vase de verre profond & chaud d'une dissolution de muriate d'ammoniaque (sel ammoniac) saturée à chaud , & qu'on la laisse ensuite refroidir lentement dans un air calme , la surface du liquide est la première qui arrive à la supersaturation , tant à cause du refroidissement direct auquel elle est exposée , qu'à cause de la concentration que lui fait éprouver l'évaporation , & c'est à la surface que se forment les premiers cristaux. Ces cristaux , qui sont extrêmement petits , sont aussi-tôt submergés que formés , & parce que

leur pesanteur spécifique est plus grande que celle du liquide qui les contient, ils descendent lentement; mais à mesure qu'ils descendent, leur volume augmente d'une manière très-sensible par une continuation de cristallisation qu'il est facile de reconnoître pour être celle du sel ammoniac; & ils arrivent au fond du vase en flocons blancs nombreux & volumineux. Ce que ce phénomène a de remarquable, c'est que la cristallisation continue d'une manière très-rapide dans un liquide dont la supersaturation n'est pas assez avancée pour lui donner naissance. Il est facile de rendre raison de cette dernière particularité; car la cristallisation ne pouvant avoir lieu sans mouvement, & le mouvement pouvant trouver des obstacles, il ne suffit pas que la supersaturation soit atteinte pour que la cristallisation prenne naissance; il faut encore qu'elle soit assez avancée pour que la tendance à la cristallisation puisse surmonter tous les obstacles qui lui résistent; tandis que l'action d'un petit cristal déjà formé suffit, lorsque la supersaturation est atteinte, pour déterminer le progrès de la cristallisation commencée.

L'expérience que nous venons de rapporter présente une image très-fidèle de ce qui se passe

passé dans la formation de la *neige*. Lorsque les petits globules d'eau abandonnée par l'air sont congelés par le refroidissement, la cristallisation est commencée ; lorsqu'ensuite ces petits glaçons descendent en vertu de l'excès de leur pesanteur spécifique, la cristallisation continue aux dépens de l'eau que l'air auroit retenue en dissolution sans la présence du premier cristal, & cette cristallisation affecte constamment la forme d'un exagone régulier ou d'une étoile à six pointes, qu'il est facile d'observer quand la neige tombe par un tems calme & quand la température de l'air à la surface de la terre n'est pas assez élevée pour déformer ces cristaux en occasionnant la fusion des angles & des pointes. Mais quand l'atmosphère est agitée & que la neige tombe de très-haut, ces petits cristaux se heurtent, se brisent & se réunissent en flocons de formes très-irrégulières, dans lesquels il n'est plus possible de reconnoître rien de ce que nous venons de décrire.

Il y a donc cette différence entre l'accroissement des gouttes de pluie & celui des brins primitifs de neige, que le premier se fait par la réunion de gouttes plus petites dont les vitesses sont inégales, & que l'autre est l'effet

Tome V.

D

du progrès de la cristallisation dans un fluide saturé.

Des Frimats.

L'effet qu'un petit cristal commencé produit dans une dissolution saturée, peut être déterminé par tout autre corps petit, aigu, & auquel la substance cristallisée ait la faculté de s'attacher. C'est pour cette raison que dans les fabriques de sels neutres, pour déterminer la cristallisation & la rendre plus abondante, on garnit les cristallifères de bâtons ou de baguettes autour desquels se forme un grand nombre de cristaux qui n'auroient pas été produits sans cette circonstance.

La même chose arrive dans l'air saturé d'eau de la part des branches d'arbres & des autres objets minces & aigus auxquels l'eau a la faculté de s'attacher. Ces substances se mouillent en déterminant une précipitation d'eau qui n'auroit pas eu lieu sans leur présence; & quand la température est sensiblement au-dessous de la congélation, elles se tapissent, sur-tout sur les bords, de cristaux de glace qui sont réguliers, lorsque l'air est transparent & calme, comme dans le cas de la *gelée blanche*, & qui sont irréguliers, lorsque la transparence de l'air est trou-

blée, parce qu'alors l'excès des petits cristaux qui flottent dans l'air & qui s'attachent tout formés, troublent perpétuellement la marche de la cristallisation. C'est le cas des *frimats*.

De la Grêle.

La grêle présente deux difficultés qui ont occupé les physiciens & que nous ne pensons pas qu'on ait encore résolues d'une manière satisfaisante; la première, est la formation même de ce météore; la seconde, est qu'il n'ait jamais lieu pendant l'hiver, tandis qu'au premier aperçu cette saison sembleroit plus favorable à sa production.

Pour expliquer la formation de la grêle, on a supposé que les gouttes de pluie, en traversant des couches froides de l'atmosphère, éprouvoient un refroidissement assez grand pour opérer leur congélation. Mais outre qu'il seroit difficile d'expliquer comment en vertu des loix de l'hydrostatique de semblables couches pourroient subsister entre d'autres couches plus chaudes, il n'est pas facile de concevoir comment des globules d'eau de six lignes & même d'un pouce de diamètre pourroient être congelés entièrement dans le tems nécessairement

très-court qu'ils employeroient à traverser ces couches.

D'ailleurs, si la grêle étoit formée de cette manière, il seroit bien extraordinaire qu'il ne se rencontrât pas un grand nombre de grains dont la congélation ne fût que commencée, & dont le centre fût encore dans l'état liquide; & il est de fait qu'on n'en trouve jamais qui ne soit gelée jusqu'au centre. De plus, si la congélation commençoit à la surface, les grains de grêle seroient tous fendus, parce que l'eau du centre augmentant de volume par la congélation, occasionneroit la rupture de l'enveloppe si elle avoit été durcie auparavant; enfin, il est impossible que des gouttes de pluie puissent acquérir & conserver un volume aussi grand que celui sous lequel il n'est pas rare de trouver la grêle; car des gouttes très-petites ont bien, à la vérité, la faculté de se réunir pour composer des gouttes plus grosses; mais cette marche a un terme; & il est impossible qu'une masse d'eau d'un pouce de diamètre tombe dans l'air sans se désunir au contraire & sans se partager en d'autres gouttes assez nombreuses.

Quelques physiciens modernes ayant observé que la grêle n'a presque jamais lieu sans orage, & sachant d'ailleurs que l'électricité accélère

l'évaporation de l'eau, ont cru trouver dans l'accroissement de l'évaporation que l'état électrique produit dans les gouttes de pluie la cause du refroidissement de ces gouttes & de leur conversion en grains de grêle. Mais l'accroissement que l'électricité produit dans l'évaporation de l'eau & le refroidissement qui en résulte sont si peu considérables, que s'ils contribuent quelquefois, comme cela est possible, à la production du phénomène, ils ne peuvent en être regardés ni comme la cause principale, ni comme la cause nécessaire.

Toutes les circonstances portent à croire que les grains de grêle commencent à se former par un noyau qui prend ensuite de l'accroissement par des couches successives.

Lorsque les globules d'eau abandonnée par l'atmosphère ont acquis assez de masse par la réunion de plusieurs d'entr'eux pour vaincre leur adhérence à l'air, & que la vitesse de leur chute est devenue grande, ils éprouvent une évaporation rapide & un refroidissement vif, qui, pour être porté au-dessous du terme de la congélation, n'exige qu'une hauteur de chute suffisante. Deux causes concourent à la rapidité de cette évaporation; 1°. le renouvellement continu du contact avec le dissol-

vant ; 2°. la compression très-grande que les gouttes de pluie exercent dans leur chute contre les couches d'air qui les touchent par en bas, compression qui augmentent de beaucoup la faculté dissolvante de l'air , & qui la lui restitue-roit même , s'il l'avoit perdue par la saturation.

Les petites gouttes de pluie congelées par ce premier refroidissement , ne cessent pas d'être exposées à l'évaporation ni d'éprouver le refroidissement ultérieur qui en résulte ; elles deviennent des petits noyaux très-froids qui congèlent les couches d'eau successives que forment autour d'eux les gouttes encore liquides qu'ils rencontrent dans leur route , & l'accroissement de leur volume n'a d'autre terme que celui de leur chute. Les chocs excentriques que les grains de grêle commencés éprouvent les uns de la part des autres ou qu'ils essuient de la part des gouttes de pluie , leur communiquent souvent un mouvement giratoire qui augmente leur évaporation en augmentant la vitesse respective de leur surface , par rapport aux molécules d'air qui les environnent , & qui tend à leur faire prendre une forme aplatie vers les pôles. Il n'est pas rare de voir des grêles dont les grains sont généralement aplatis ; on y distingue alors facilement les zones dont ils ont été successive-

ment formés, & les inégalités dans la transparence de ces zones font l'effet de la différence dans la rapidité de leur congellation.

Ainsi, il y a une grande différence entre les circonstances qui donnent lieu à la neige & celles qui occasionnent la grêle. La neige est produite lorsque les globules d'eau qui constituent les nuages sont congelés par le refroidissement de l'atmosphère, & avant qu'ils aient acquis une vitesse de chute capable de donner lieu à leur réunion en gouttes sensibles. Ce météore peut prendre naissance à quelque hauteur que ce soit; il arrive seulement que les flocons sont d'autant plus gros & plus irréguliers, qu'ils tombent de plus haut. Pour la grêle, au contraire, il faut,

1°. Que la température du nuage ne soit pas au-dessous du terme de la glace, afin que les globules puissent se réunir dans l'état liquide & prendre une vitesse de chute capable de produire un grand refroidissement.

2°. Il faut que la situation du nuage soit très-élevée dans l'atmosphère, afin que la durée de la chute & l'intensité du refroidissement puissent opérer la congellation.

On voit d'après cela pourquoi la grêle n'a jamais lieu que dans les saisons chaudes; car

c'est alors seulement que la température des régions assez élevées de l'atmosphère est au-dessus du terme de la glace.

Des Trombes.

La *trombe* est un phénomène assez rare pour qu'il ne soit pas inutile d'en donner ici une description succincte.

La *trombe* est un nuage en colonne à peu près verticale, assez ordinairement évasé par le haut, où il se confond avec les autres nuages auxquels il paroît suspendu, & communément terminé par le bas en pointe plus ou moins rapprochée de la surface du globe. Ce nuage lance tout autour de lui & à des distances considérables une pluie abondante, souvent mêlée de grêle. L'air qui l'environne est dans une grande agitation; il déracine les arbres, il renverse les édifices, & il entraîne tout ce qui n'est pas susceptible d'une très-grande résistance; enfin, lorsque ce météore se passe au-dessus de la mer, l'eau qui lui correspond se soulève de plusieurs pieds & forme un cône dont l'axe est dans le prolongement de celui de la trombe.

L'analogie entre cette dernière circonstance & la protubérance qu'on observe sur la surface

d'un liquide électrisé , lorsqu'on en retire une étincelle au moyen d'un excitateur , avoit fait regarder le météore dont il s'agit comme un phénomène purement électrique ; mais outre que l'on ne conçoit pas comment un nuage en colonne verticale pourroit faire l'office d'excitateur , la durée d'une étincelle n'est que d'un moment , tandis que le soulèvement de l'eau est continu sous la trombe , & dure à peu près autant qu'elle.

Pour expliquer d'une manière plausible le météore de la trombe & rendre raison de toutes ses particularités , au moyen des seuls principes de la météorologie , il faut supposer seulement que deux courans d'air , de directions contraires , communiquent aux masses d'air qui les séparent un mouvement rapide de rotation autour d'un axe à peu près vertical. Cette supposition n'a rien de très-extraordinaire. De semblables mouvemens sont si fréquens dans les eaux courantes , on a si souvent occasion d'en observer dans l'atmosphère même & de les y reconnoître aux tourbillons de poussière & de corps légers qu'ils soulèvent , qu'on pourroit être surpris de la rareté des trombes , si l'on n'étoit pas prévenu que c'est à l'extrême rapidité de ces mouvemens qu'elles doivent leur naissance.

Supposons donc que ce mouvement giratoire soit établi avec une vitesse considérable; les molécules d'air entraînées par ce mouvement acquièrent bientôt une force centrifuge, qui, en les écartant de l'axe de rotation diminue la pression qu'éprouvoient les molécules qui sont auprès de l'axe. Le premier effet de cette diminution de pression, lorsqu'elle est assez considérable, est de porter l'air qui avoisine l'axe au-delà du point de saturation, de le forcer à abandonner une certaine quantité d'eau, de perdre sa transparence, & de présenter l'aspect d'un nuage en colonne verticale. Les molécules d'eau abandonnées acquièrent une force centrifuge plus grande, à cause de l'excès de leurs masses, & en entraînant l'air qui les environne, elles contribuent à diminuer encore davantage la pression des parties centrales. Celles-ci ne pouvant plus faire équilibre au poids de l'atmosphère dans le sens de l'axe de rotation, elles permettent à l'air d'arriver par les deux extrémités de cet axe, comme dans un tuyau où le vide auroit été commencé; & parce que cet air nouveau éprouve bientôt le sort de celui qu'il remplace, il s'établit un mouvement continu d'air, qui, arrivant le long de l'axe, perd sa transparence, entretient d'o-

pacité du nuage vertical, & s'échappe ensuite dans le sens horizontal. Les molécules d'eau abandonnées se réunissant en vertu de l'inégalité de leurs vitesses centrifuges, composent des gouttes qui se dispersent latéralement & forment une pluie dont l'abondance dépend de la rapidité du mouvement de rotation, & qui peuvent même se convertir en grêle lorsque leur vitesse de projection, ou la hauteur de leur chute, est suffisante. L'air qui afflue par les deux extrémités de la colonne pour entretenir le phénomène, entraîne avec lui les objets qui ne peuvent lui faire résistance; ainsi, celui qui arrive par en-haut entraîne les nuages s'il en existe, & donne lieu à la forme évafée de la colonne opaque; & celui qui arrive par en-bas soulève les corps qui peuvent céder à son impulsion. Enfin, lorsque ce météore se passe au-dessus de la mer, la portion de la surface de l'eau qui correspond à l'axe de rotation éprouve une pression moindre que celle de l'atmosphère; & doit se soulever, comme elle seroit dans le tuyau d'une pompe aspirante.

La pluie que produit la trombe ou l'eau qu'elle lance tout autour d'elle, doit être encore plus abondante qu'on ne le concluroit immédiate-

ment de ce qui précède ; car le courant d'air qui arrive par en-haut en entraîne continuellement les nuages , introduit dans la trombe une grande quantité d'eau précipitée dont la précipitation n'a pas été l'effet du phénomène ; en sorte que toute la pluie , qui , sans la trombe , seroit tombée plus tard sur une étendue assez considérable , vient , pour ainsi dire , se concentrer dans ce météore , & contribue à la violence de ses effets.

Ainsi , les trombes ne présentent aucune particularité qui ne soit l'effet nécessaire d'un mouvement rapide de rotation communiqué à une portion considérable de l'atmosphère autour d'un axe vertical.

Des agitations occasionnées dans l'atmosphère par les phénomènes de la météorologie.

Parmi les causes des vents , les unes affectent l'atmosphère entière , & pour cela sont nommées générales & régulières ; les autres n'agissent que sur quelques parties de l'atmosphère ; elles sont locales , & parce qu'elles doivent leur existence au concours de plusieurs circonstances dont les loix sont difficiles à saisir , on les nomme irrégulières. Notre intention n'est pas d'entrer

dans l'énumération de toutes les causes irrégulières des vents; nous nous proposons seulement d'en exposer les principales, parce qu'elles sont purement météorologiques.

Nous avons vu que quand l'air atmosphérique dissout de l'eau, il augmente sensiblement de volume, non-seulement parce qu'alors l'eau quitte l'état liquide pour prendre celui de fluide élastique, mais encore parce que dans cette opération la pesanteur spécifique de l'air diminue. Réciproquement quand l'air abandonne une partie de l'eau qu'il tenoit en dissolution, son volume doit diminuer d'une manière sensible, à moins que d'autres causes, telles que l'élevation de température & la diminution de pression, ne contrarient ce résultat. Lors donc que dans quelque partie de l'atmosphère l'air dissout de l'eau nouvelle ou qu'il abandonne une portion de celle qu'il tenoit en dissolution, il éprouve des changemens dans son volume & des altérations dans son ressort qui doivent produire des mouvemens dans l'atmosphère.

Les dissolutions chimiques étant pour l'ordinaire très-lentes, la dissolution de l'eau dans l'air ne peut, à la vérité, produire que de légères agitations dont nous nous appercevons

à peine , parce qu'elles se réduisent à de simples altérations dans les mouvemens que d'autres causes communiquent à l'atmosphère. Mais les précipitations chimiques sont ordinairement très-rapides ; il arrive très-souvent que l'air perd sa transparence sur une grande étendue , & que de très-grands nuages se forment dans un tems très-court. Le vide presque subit occasionné par cette précipitation rapide , est rempli par la chute des couches supérieures & par l'accès des parties latérales , & le transport de ces masses d'air donne lieu à des mouvemens , qui , considérés par rapport à l'atmosphère entière , ne sont que des agitations , mais qui , pour l'observateur , fixé sur un point de la surface du globe , sont des vents irréguliers. Ce sont ces vents qui précèdent toujours les pluies abondantes , parce qu'ils sont l'effet le plus immédiat de la précipitation de l'eau , & qui finissent ordinairement avec elles , parce que la cause à laquelle ils doivent naissance est locale & d'une courte durée ; ce sont encore eux qui forment les tempêtes , sur-tout au-dessus de la mer , dont la surface plus lisse ne présente pas aux mouvemens de l'air les mêmes obstacles que celles des terres & des continens.

Du Bruit du Tonnerre.

Le tonnerre est un phénomène complexe, en partie météorologique, en partie électrique, & dont toutes les circonstances n'ont pas encore été suffisamment analysées. Non-seulement les principes de physique qui doivent conduire à l'explication de ce météore n'ont été connus que dans ces derniers tems, mais encore une terreur religieuse en a détourné les regards des observateurs; & ce phénomène, comme on va le voir, n'est pas encore assez connu pour être expliqué jusques dans ses plus petits détails.

Il est incontestable que la foudre n'est autre chose qu'une forte étincelle électrique; mais outre que les Physiciens sont encore partagés aujourd'hui sur la question de savoir si l'étincelle est constamment tirée de l'atmosphère par la terre, ou si elle est quelquefois tirée de la terre par l'atmosphère, ce qui est déjà un objet assez grand d'incertitude, on a toujours regardé le bruit du tonnerre comme celui que devoit naturellement produire une décharge électrique aussi forte, & cette erreur a empêché de faire attention à des circonstances

qu'il étoit cependant nécessaire de connoître pour expliquer le phénomène.

D'abord le bruit d'une décharge électrique consistant toujours dans un coup unique, tandis qu'au contraire le bruit du tonnerre est toujours roulant & composé d'une suite de coups multipliés, il n'étoit pas naturel d'attribuer, comme on l'a fait, des résultats constamment aussi différens à des causes parfaitement analogues. Cette difficulté n'a pas dû tarder à se présenter; on a cru la lever en considérant le roulement du tonnerre comme produit par des échos multipliés auxquels les surfaces variées des différens nuages devoient donner lieu, & l'on a regardé cette présomption comme suffisamment justifiée par le roulement qui accompagne de même un coup de canon tiré dans un pays de montagnes; mais il n'y a aucune parité dans les circonstances. Les surfaces des collines, celles des rochers, des bâtimens, des revêtemens de fortifications, &c. sont capables de résistance, & peuvent, en réfléchissant le bruit du canon, produire des échos & une espèce de roulement; mais les nuages, qui ne sont autre chose que le spectacle d'une portion de l'atmosphère devenue opaque & visible par supersaturation, ne présentent aucune surface réfléchissante;

réfléchissante ; les globules d'eau qui les composent sont trop mobiles & ont trop peu de masse pour être capables de la résistance nécessaire à la réflexion du son ; & le bruit unique d'une décharge excitée dans l'atmosphère, quel que soit le nombre & la forme des nuages qui en environnent la scène, ne peut jamais être répété & ne doit être entendu qu'une seule fois.

Cette conclusion, à laquelle on est conduit par le raisonnement, est vérifiée par une observation journalière. Les marins savent tous qu'un coup de canon tiré en pleine mer & loin des côtes n'est jamais entendu qu'une seule fois & sans roulement, quelque nombreux que les nuages puissent être, tandis que le tonnerre s'y fait entendre comme à terre par une suite de coups répétés. Les nuages n'ont donc pas la faculté de réfléchir les sons, & le bruit du tonnerre n'est donc pas, comme on le croit encore, l'effet d'une explosion unique, répétée & multipliée par des échos.

Une autre remarque très-importante & qui paroît avoir échappé à l'attention des observateurs, c'est que la foudre accompagne toujours la formation subite d'un grand nuage, soit qu'elle en soit la cause, soit qu'elle en soit

l'effet. L'été, lorsqu'après un tems sec & chaud le vent dans nos climats a tourné au sud-ouest, on entend un premier coup de tonnerre, & le ciel qui peu de tems auparavant étoit pur & serein, est déjà occupé par des nuages. A mesure que l'orage avance & que les coups de tonnerre se succèdent, le ciel se couvre de nuages nouveaux qui n'existoient pas antérieurement & qui n'ont pas été apportés par les vents. Bientôt la transparence de l'air est troublée dans toute l'étendue de l'horizon; il succède une pluie dont l'abondance est proportionnelle au nombre & à la violence des coups de tonnerre; enfin, cette pluie & la formation des nuages qui lui donne lieu, ne cessent que quand le tonnerre a cessé de se faire entendre.

Un de mes amis (a), dans les lumières de qui je dois avoir confiance, m'a assuré que se trouvant un jour à sa campagne, dans son jardin, il entendit un premier coup de tonnerre qui tomba sur sa maison; que jetant alors les yeux sur l'atmosphère, il y aperçut un grand nuage, & qu'il étoit certain qu'un instant avant le coup

(a) M. Fion, avocat à Beaune.

le ciel étoit pur. Des observations aussi convaincantes que celle-ci ne peuvent être qu'infiniment rares ; mais en considérant avec attention ce qui se passe dans tous les orages, il est impossible de douter de la vérité de notre remarque (a).

(a) M. le président de Virly, à qui j'avois fait part de cet article, m'a communiqué la note suivante.

Quelques observations semblent prouver que le tonnerre peut avoir lieu sans la présence d'aucun nuage. *Crescentius* rapporte, comme témoin oculaire, que sous le pontificat de Sixte V, le tonnerre tomba sur une galère qui étoit près de l'île de Procyta, & y tua trois hommes. On trouve plusieurs mentions de cas semblables dans Schenchzer (*Météor. Helv. part. 2*) ; & parmi les anciens, dans Homère, Anaximandre, Xénophon, Virgile, Ovide, Cicéron, Plin. On peut aussi consulter à ce sujet Muschenbroeck (*Inst. Phys.*), & le discours de Bergman, sur les circonstances qui accompagnent le tonnerre.

« J'ai vu moi-même, dit Bergman, le tonnerre » tomber d'un très-petit nuage sur un clocher, le ciel » étant d'ailleurs parfaitement clair. Ceux qui n'avoient » pas vu cette circonstance, s'étonnoient d'un cas aussi » extraordinaire, & ne savoient pas qu'il y eût aucun » nuage. Il pourroit en être de même des cas que » nous avons cités, car l'air peut être par lui-même » électrique ; mais il le seroit difficilement assez pour » produire le tonnerre ».

E ij

Si la foudre accompagne toujours, ou comme cause, ou comme effet, la formation subite d'un grand nuage, le bruit du tonnerre n'est plus celui de la foudre, il est celui de la formation du nuage. En effet, lorsque sur une étendue d'une demi-lieue carrée & sur quelques centaines de toises de hauteur l'air atmosphérique, par quelque cause que ce soit, devient tout-à-coup supersaturé, & qu'il se forme subitement un grand nuage, la grande quantité d'eau abandonnée & qui en passant de l'état aériforme à l'état liquide, est réduite à un volume à peu près neuf cens fois moindre, occasionne dans l'atmosphère une espèce de vide subit; les couches supérieures par leur poids & les couches latérales par leur ressort, se transportent pour remplir ce vide, & en se choquant avec violence, elles occasionnent un bruit. C'est ce qui arrive tous les jours en petit lorsqu'on ouvre rapidement un étui dont le couvercle ferme assez exactement; en faisant glisser ce couvercle sur la gorge, on dilate l'air intérieur, & dès que l'étui est ouvert, l'air extérieur en se portant avec une certaine vitesse pour remplir le vide, se choque & produit le bruit qui accompagne toujours cette opération. Le bruit du coup de fouet est encore un effet

analogue à celui que nous décrivons ; car la mèche du fouet aplatie en forme de cuiller & retirée subitement , entraîne avec elle une petite masse d'air & forme un vide subit ; ce vide donne lieu à une précipitation d'eau & à la formation d'un petit nuage , d'un pouce de volume , que l'on apperçoit facilement quand le fond du tableau est sombre , & l'air environnant qui se presse pour remplir le vide , produit en se choquant un bruit dont l'éclat dépend de la rapidité du mouvement & de l'intensité du vide , s'il est permis de parler ainsi. Enfin , la membrane que l'on brise sur le récipient de la machine pneumatique & qui fait un bruit considérable , est encore un exemple d'un effet analogue.

Lorsqu'un premier vide est formé dans l'atmosphère sur une étendue assez grande par la précipitation de l'eau , les couches supérieures descendent par leur poids pour le remplir ; mais les couches latérales se dilatent & deviennent à leur tour superfaturées ; il se produit donc au dedans d'elles une nouvelle précipitation d'eau & un nouveau vide qui étant rempli de la même manière , donne lieu à un second coup , & ainsi de proche en proche. Mais les premiers vides étant remplis par des couches , d'un plus grand

E ij

diamètre, les vides qui leur succèdent deviennent de moins en moins intenses à mesure que les couches où ils s'opèrent sont plus éloignées du centre ; & les explosions, après s'être affoiblies, cessent enfin lorsque les dilatations de l'air ne peuvent plus donner lieu à de nouvelles précipitations d'eau.

Il resteroit aduellement à déterminer si la supersaturation subite d'une grande masse d'air & la formation d'un grand nuage qui en résulte est produite par l'étincelle électrique ; & dans ce cas l'étincelle pourroit indifféremment être tirée ou des nuages par la terre, ou de la terre par les nuages ; ou si au contraire cette étincelle est l'effet de la précipitation de l'eau, alors la foudre constamment produite dans les mêmes circonstances, seroit toujours descendante. Il seroit possible que la supersaturation de l'air fût toujours occasionnée par l'ascension rapide d'un courant d'air chaud & saturé (car nous avons vu que la pesanteur spécifique de l'air dans cet état est beaucoup moindre), & que la foudre ne fût que la décharge spontanée d'une électricité naturelle & foible, d'abord excitée par la précipitation chimique, & ensuite exaltée par le rapprochement des molécules, qui a nécessairement lieu dans la forma-

tion d'un nuage ; mais , comme nous l'avons déjà dit , les observations nous manquent à cet égard , & d'ailleurs ces considérations s'éloignent de notre objet. Il nous suffit d'avoir distingué dans le phénomène du tonnerre ce qui est purement météréologique de ce qui est électrique.



E X T R A I T
D' U N M É M O I R E

De M. DORTHÈS, D. M. Membre de la Société Royale des Sciences de Montpellier, Correspondant de plusieurs Académies ;

Sur un Quartz glanduleux en crête de coq, qui présente à l'extéricur la configuration du plâtre en crête de coq de Montmartre, & sur plusieurs Substances fossiles dont la substance est différente de celle des corps dont ils présentent les formes.

M. DORTHÈS donne dans ce mémoire la manière dont il a expliqué la formation du quartz en crête de coq qu'on trouve à Passy, & présente ensuite des observations sur les moyens que la nature emploie pour faire pren-

dre à différens corps une forme étrangère à leur nature & qui appartient à d'autres substances.

Lorsqu'on donna à M. Dorthès un échantillon du quartz trouvé à Passy, on ne connoissoit point encore ce que MM. Carozzi & Macquart ont dit sur la conversion du gypse ou sulfate de chaux en calcédoine. Quoique d'après l'analogie des formes on pût présumer que ce quartz en crête de coq avoit été primitivement du sulfate de chaux qui avoit passé à l'état filiceux, M. Dorthès rejeta cette opinion pour en adopter une autre. Il pensa que le sulfate de chaux soluble dans une grande quantité d'eau, avoit pu être dissous dans la terre marneuse qui lui servoit d'enveloppe (a), & qu'il s'étoit infiltré une substance quartzreuse dans ce moule qu'il avoit abandonné.

Le vide que quelques-uns de ces cristaux présentoient dans leur intérieur, les petites aspérités, résultat d'une cristallisation confuse dont leurs parois internes étoient hérissées à la manière des géodes, la cassure vitreuse du quartz

(a) On trouve le sulfate de chaux en crête de coq de Montmartre & le quartz en crête de coq de Passy dans une terre marneuse blanchâtre.

qu'offroient toujours d'autres cristaux massifs, malgré l'apparence feuilletée de leur surface extérieure, tout le confirma dans son opinion. Si ces cristaux eussent dû leur origine à une vraie conversion du sulfate de chaux en quartz, ils auroient eu une certaine disposition à se séparer en feuillets, & ceux qu'ils présentoient à leur extérieur étoient dûs aux impressions du moule.

M. Dorthès qui a examiné ce quartz avec attention, a remarqué qu'il étoit roussâtre, demi-transparent & chargé de petits corps glanduleux d'un blanc laiteux, & qui paroissent être de la nature de la calcédoine. C'est à cause de la présence de ces corps que M. Dorthès donne au quartz dont il s'agit le nom de quartz glanduleux.

Après avoir exposé son sentiment sur la formation du quartz en crête de coq, & avoir combattu celui de M. Sage, notre auteur examine quels sont les procédés dont se sert la nature pour faire affecter à certains corps une forme extérieure qui paroît appartenir exclusivement à d'autres corps, & il trouve qu'elle peut opérer ce phénomène de cinq manières différentes, 1°. par incrustation interne; 2°. par incrustation externe; 3°. par cémentation; 4°. par

pénétration; 5°. par la soustraction de quelques principes.

1°. L'incrustation interne a lieu toutes les fois que des corps ayant subi une dissolution quelconque, laissent un vide dans lequel vient s'infiltrer une autre substance qui affecte leur forme. Telle est, suivant notre auteur, l'origine du quartz en crête de coq, & peut-être celle des cristaux de calamine du comté de Somerset, qui ont la forme du spath calcaire en dent de cochon, mais dont l'intérieur est creux.

Quelquefois ces moules restent vides; tels sont les moules creux qu'on rencontre dans les tufs formés par la rivière du Lez, près de Montpellier, dans lesquels on voit des impressions de pommes de pin, de roseau, &c.

2°. L'incrustation externe doit sa naissance à certains corps qui ont revêtu d'une manière lente & uniforme d'autres corps sur lesquels ils se sont moulés.

Telle est la manière dont se sont formés des tufs qui présentent à leur extérieur des figures de mousse ou de fruit.

Les cristaux de calamine du comté de Somerset dont nous avons parlé, doivent peut-être aussi leur origine aux effets de l'incrustation externe.

M. Dorthès nous donne deux exemples d'incrustation externe que lui ont présenté d'une part, des cristaux de roche qui étoient revêtus d'une couche déliée de calcédoine, & qu'il crut être des cristaux de cette dernière substance avant d'avoir examiné leur intérieur; & de l'autre, des cristaux de quartz cubique qu'il a vus dans une colline granitique séparée de la fontaine de S. Myon par la rivière de Morge. Sur la surface & sur-tout dans les fentes d'une roche grisâtre qui paroît faire le passage du granit au porphyre, on voit des cristaux de fer cubique dont les plus gros ont environ six lignes; on rencontre auprès de ces cristaux des cristaux de quartz qui affectent la même forme & qui présentent, si on les casse, un vide dans leur intérieur. La partie qui les avoisine & qui est une croûte quartzeuse, sert souvent d'enveloppe à une belle agathe onix. Une dissolution ferrugineuse noirâtre environne la base des cristaux & se perd peu à peu dans le quartz & l'agate qui revêtent la roche granitique. On ne peut guère douter que ces cristaux creux ne se soient moulés sur des cristaux de fer cubique qui auront par leur décomposition concouru à former l'agate qui les avoisine.

On peut expliquer de la même manière la formation des œtites ou pierres d'aigle qu'on trouve dans les anciens atterrissemens de la Méditerranée. Une mine de fer limoneuse s'incruste sur des cailloux dont elle prend la forme ; les cailloux se décomposent & laissent du vide dans l'intérieur. Le bruit que font ces œtites quand on les secoue, est occasionné par de l'argille en lames mobiles qu'on trouve dans leur intérieur quand on les casse.

3°. Nous avons l'exemple d'un changement de forme par la cémentation dans l'expérience suivante. Si on plonge du fer dans une dissolution de sulfate de cuivre, il s'empare de l'oxigène du cuivre qui reparoît sous sa forme métallique & prend la même forme qu'avoit le fer. On peut présumer que dans différens cas la nature produit des effets analogues à celui-ci avec diverses substances.

4°. Des corps poreux & qui ne sont point pour diverses causes susceptibles d'une putréfaction rapide, peuvent admettre, dans les divers interstices qui séparent leurs molécules, une substance métallique, pierreuse, ou bitumineuse, & nous présentent un exemple des effets de la pénétration. C'est à cette cause qu'on doit attribuer l'origine des divers fossiles pier-

reux , bitumineux ou métalliques qui ont la forme & la contexture du bois , des coquilles des ourfins , des crabes , &c. c'est ainsi que doit avoir été produit le fer hépatique. D'abord spath calcaire & pénétré par une dissolution de fer , il est devenu mine de fer spathique ; par une oxidation subséquente , cette mine a passé à l'état de mine de fer hépatique. M. Dorthès croit qu'on doit attribuer ce phénomène à la décomposition de l'eau qui fournit de l'oxigène au fer ; il appuie son opinion sur ce que cette altération du fer n'a lieu que dans les endroits humides.

5°. La soustraction de quelques principes des corps peut altérer leur nature sans changer leur forme. Certaines substances peuvent , en subissant quelques décompositions , perdre de leurs principes , de leurs propriétés , & en acquérir de nouvelles. Notre auteur cite pour exemple , la décomposition des pierres filiceuses , « dont on ne peut douter aujourd'hui , dit-il , & qui , toute singulière qu'elle est , a moins de quoi surprendre que la conversion du plâtre en calcédoine ». Les principales parties constituantes du filex sont l'argile , le quartz & le fer qui sert de lien aux deux premiers principes. Si le fer vient à être enlevé ,

le quartz disparoît avec lui, & il ne reste qu'une masse argileuse qui conserve la forme extérieure du silex, qui contient un peu de fer à l'état d'oxide, & à qui elle doit son odeur, suivant les expériences de M. Dorthès. Ce savant a vu que l'alumine précipitée ou sulfate d'alumine, contient encore du fer. Ce n'est que par de longues digestions qu'on vient à bout de l'en séparer; l'alumine est alors sans odeur.

M. Dorthès finit son mémoire par des observations sur la décomposition des pierres dans le sein de la terre. Il présume, 1°. « que les pierres qui ne contiennent point de fer sont peu sujettes à être décomposées; 2°. que cette décomposition, qui n'a lieu que dans les endroits humides, s'opère par la décomposition de l'eau dont l'oxigène se porte sur le fer ».



M É M O I R E

*Sur la Coloration des Matières végétales
par l'air vital , & sur une nouvelle
Préparation de Couleurs solides pour
la Peinture ;*

Par M. DE FOURCROY.

LES découvertes des chimistes modernes ont tellement influé sur l'analyse végétale , qu'elles ont fait sentir la nécessité de reprendre celle-ci dans tous ses points , & d'adopter de nouvelles idées sur la composition. & sur la nature des principes constituans des végétaux. Elles ont sur-tout fait connoître que les bases primitives & formatrices de ces êtres organisés sont beaucoup plus simples qu'on ne pensoit , & que la différence si singulière de tous leurs matériaux immédiats , quoique extrêmement variés , tient presque uniquement à la diversité de proportion dans les principes qui les composent. Elles ont appris comment avec si peu d'éléments différens , avec l'eau , l'air atmosphérique , le calorique ,

que, le contact des rayons solaires & quelques gaz dégagés de la surface de la terre, les machines végétales croissent & forment par des combinaisons successives, toutes les substances qui les constituent. Ainsi les extraits, les mucilages, le corps sucré, les acides, les huiles, les résines, le gluten & toutes les matières qu'on extrait des végétaux par des procédés simples & sans les dénaturer, & qu'on a nommées à cause de cela *principes immédiats* des plantes, sont des composés chimiques, formés presque tous des mêmes principes primitifs, & qui ne diffèrent que par les proportions de ces principes, & quelquefois par leurs combinaisons plus ou moins nombreuses. Ce sont toujours des composés d'hydrogène, de carbone & d'oxygène auxquels l'azote est associé au moins dans quelques-uns. Plusieurs chimistes modernes ont douté de la présence de l'oxygène dans ces produits naturels; cependant l'acidification qui a souvent lieu dans les végétaux, le nombre & la quantité quelquefois considérable des acides qu'on y trouve, semblent annoncer la présence & la fixation de ce principe acidifiant. Il est vrai que l'air vital, & sur-tout sa base ou l'oxygène a une action si remarquables sur plusieurs des principes extraits des végétaux, & que

cette action paroît les altérer si fortement & si promptement, qu'ils semblent n'en avoir point éprouvé l'influence pendant le travail de la végétation. Cette remarque est sur-tout relative aux matières colorantes végétales sur lesquelles les découvertes de Schéele & de M. Berthollet ont jeté beaucoup de jour.

Le premier de ces chimistes trouva que la plupart de ces matières étoient décolorées par l'acide muriatique oxigéné. M. Berthollet a poussé beaucoup plus loin cette découverte. Il a prouvé par des expériences aussi neuves qu'ingénieuses,

1°. Que les matières colorantes végétales étoient toutes décolorées, excepté les jaunes par l'acide muriatique oxigéné.

2°. Que cette décoloration faisoit passer l'acide muriatique oxigéné à l'état d'acide muriatique ordinaire.

3°. Que ces matières décolorées avoient absorbé l'oxigène, & n'étoient alors privées de leurs couleurs, que par la surcharge de ce principe.

4°. Que l'acide muriatique oxigéné devenoit par cette propriété décolorante, une pierre de touche, pour reconnoître la solidité des couleurs & des teintures.

5°. Qu'on pouvoit aussi l'employer pour blanchir les tissus de fil & de matières végétales en général. Ce dernier résultat est devenu aujourd'hui un art nouveau pratiqué dans plusieurs de nos provinces, porté en Angleterre & dont les succès doivent mériter la reconnoissance publique à son inventeur. Il a substitué un nouveau blanchiment à l'ancienne méthode, & diminué le tems, l'emplacemement & la main-d'œuvre.

Il ne paroïsoit donc pas douteux, d'après ces belles expériences, que l'oxigène ayant tant d'influence sur les principes végétaux & altérant si fortement leurs propriétés, ils n'en contenoient point dans l'état naturel, & cette opinion s'accordoit bien avec la propriété qu'on avoit reconnue aux ferilles d'exhaler de l'air vital & de ne pas le retenir dans leur composition. Mais il m'avoit paru trop exagéré de regarder l'air vital comme le principe toujours décolorant les végétaux. J'étois depuis long-tems frappé de plusieurs phénomènes de la nature & des arts, qui me portoient à penser que l'air vital influoit sur la coloration de quelques matières végétales. Les étoffes teintes à l'indigo, qui fortoient vertes des cuves & ne devenoient bleues que par le contact de l'air, la teinture noire de la laine qui ne prenoit sa nuance vraie que

par l'exposition dans l'atmosphère, les byffus & les mucors qui croissoient blancs dans le vide & que je voyois se colorer ensuite dans l'air, toutes les infusions & décoctions végétales qui se fonçoient en couleur, par le contact de l'air de l'atmosphère, la coloration des vins blancs exposés à l'air, presque tous les phénomènes de la teinture & de la peinture elle-même, me tenoient en suspens; & si je ne pouvois pas douter d'après les recherches de M. Berthollet, que l'air vital & l'absorption de l'oxigène ne fussent véritablement les causes de la décoloration plus ou moins rapide de tous les corps végétaux colorés, je croyois reconnoître qu'avant cette décoloration complète, les nuances changeoient, certaines couleurs se fonçoient, quelques-unes restoient plus ou moins stationnaires & plus fixes qu'auparavant, après avoir absorbé une certaine quantité d'oxigène. En réfléchissant à tout ce que j'avois vu sur ces phénomènes, je crus reconnoître que l'oxigène influoit véritablement sur la coloration de plusieurs principes végétaux. C'est cette influence que je désire sinon de démontrer, au moins de proposer à l'attention & aux recherches des savans. Pour la rendre plus sensible, je ferai d'abord observer qu'il est hors de toute vraisemblance que l'air

vital dans lequel sont sans cesse plus ou moins plongés les végétaux, n'aît pas une action quelconque sur leurs principes, lorsqu'on voit que ceux qui croissent à l'abri de l'air, sont foibles & sans couleur, qu'on remarque que les plantes qui végètent sans abri & sans être exposées à une température trop basse, sont vigoureuses & très-colorées. Les feuilles en sortant des bourgeons sont d'un vert pâle, elles se foncent en couleur, lorsqu'elles sont bien développées dans l'air. Les fleurs pliées dans leurs calices, n'ont souvent qu'une nuance verdâtre ou blanchâtre; leur épanouissement les colore bientôt; il est vrai que c'est aux dépens de leur fraîcheur & qu'on les voit bientôt flétries par le contact de l'air, qui fait souvent varier trois ou quatre fois leur couleur avant qu'elles soient tout-à-fait fanées.

D'ailleurs l'absorption de l'oxigène par les végétaux, quoique regardée pendant quelque tems comme douteuse, ne me paroïtoit plus être un problème, lorsque je trouvois que les acides, si fréquens & si abondans dans ces êtres, ne peuvent y exister sans ce principe; car la formation artificielle de ces acides par le moyen de celui du nitre qui cède manifestement de l'oxigène aux végétaux, met cette dernière

F iij

vérité hors de doute. Mais outre cette formation des acides, il m'a paru qu'un des principaux rôles de l'oxigène étoit d'influer sur la coloration des matières végétales.

Si les faits que j'ai déjà cités pour appuyer cette opinion laissent quelques incertitudes, je crois pouvoir les dissiper par des expériences plus décisives & dont les résultats sont plus clairs que ce qui se passe dans les filières des végétaux, & par le travail caché de la végétation. Les plantes & leurs produits divers, exposés à l'action de l'oxigène atmosphérique lorsque la végétation y est interrompue & lorsque l'obscurité de son mécanisme n'embarasse plus notre raisonnement, sont altérés de manière à ne laisser plus de doute sur l'influence de cet agent; les feuilles pâlissent, leur nuance se dégrade & passe peu à peu au jaune fauve, pour rester ensuite long-tems inaltérable sous cette livrée. Les fécules de l'indigo & du pastel, après avoir éprouvé un commencement de décomposition, prennent une belle couleur bleue par l'absorption de l'oxigène, car la formation du bleu n'a lieu que par le contact de l'air & le battage. Cette vérité est encore confirmée par l'action de l'acide muriatique oxigéné, qui apprend en même tems que

les doses & les proportions de l'oxigène font varier les couleurs de ce produit. En effet , une portion d'oxigène ajoutée à la couleur bleue, la convertit en verte ; si on la lui enlève , elle repasse au bleu ; si au contraire on en ajoute davantage , elle devient jaune , & alors ce nouvel ordre de combinaison en a tellement altéré le tissu intime , qu'on ne peut plus faire reparoître le bleu. Si l'on enferme de la teinture ou du syrop de violettes , & de la teinture aqueuse de tournesol , l'une & l'autre perdent presqu'entièrement leur couleur ; mais en les exposant ensuite à l'air atmosphérique , & mieux encore au contact de l'air vital , leur nuance bleue reparoît avec tout son éclat : d'autres fluides élastiques ne produisent point cet effet. Ici c'est encore la proportion d'oxigène qui fait naître cette couleur ; car si on l'augmente , le bleu disparoît , & il ne reste qu'une nuance jaune , comme MM. Schéele & Berthollet l'ont fait voir.

Les effets du contact de l'air sur les décoctions des bois & des écorces jaunes ou rouges offrent un phénomène très-remarquable & dont on pourra tirer un grand parti pour la préparation des couleurs utiles à la peinture. La plupart des décoctions de ces substances , ex-

F iv

posées à l'air, se troublent & se recouvrent d'une pellicule grenue qui passe successivement par les nuances de brun noir, de brun pourpre, de rouge maron, d'orangé & de jaune; à ce dernier état l'altération s'arrête & la couleur est devenue inaltérable. Les nuances indiquées dans l'ordre où elles ont lieu, sont dues à des proportions d'oxigène qui vont en croissant depuis le brun foncé jusqu'au jaune; on peut arrêter à chacune d'elles la fixation de l'oxigène en les séparant de l'eau qui y contribue beaucoup, & en les faisant sécher promptement.

J'ai préparé ainsi avec les décoctions de deux espèces de quinquina, celui du Pérou & celui de S. Domingue, qui est l'écorce du *Cinchona Caribæa* de Linnéus, des couleurs brune maron, rouge, pourpre, qui ont beaucoup d'éclat & de fixité, & dont un peintre a constaté la bonté & les qualités dans son emploi. Ce qui m'a fait penser que ces couleurs variées devoient leur naissance à la fixation de l'oxigène, c'est qu'en prenant le premier dépôt brun foncé des décoctions du quinquina de S. Domingue, & le traitant par l'acide muriatique oxigéné, on le fait passer par toutes les nuances indiquées ci-dessus à mesure qu'il absorbe plus d'oxigène, & on l'amène enfin à l'état d'une

matière d'un assez beau jaune stable, fixe, fusible au feu, résineuse, dissoluble dans l'alcool, tandis qu'étant rouge ou maron, elle n'est soluble ni dans l'eau bouillante, ni dans l'alcool. Pour faire connoître ces altérations de couleur dans le produit précipité ou évaporé des décoctions de quinquina, il faut, à la vérité, exposer ce produit dans des flacons remplis d'eau qui en est saturée, au contact du gaz acide muriatique oxigéné; car cet acide liquide, versé sur le produit bien sec, n'en altère point ou presque point la nuance; tandis que le carmin le plus foncé, le plus riche & le mieux préparé devient tout-à-coup blanc & sans couleur par le contact de cet acide liquide. Voilà donc cinq à six nuances de belles couleurs durables lorsqu'elles sont sèches, formées par un seul produit végétal saturé de doses différentes d'oxigène. La même expérience, faite sur les décoctions des bois, des écorces, des racines employés à la teinture, donnera de même, comme j'ai déjà commencé à l'entrevoir par mes essais, des dépôts de couleurs très-variées qui formeront par l'acide muriatique oxigéné des espèces de fécules colorées ou plutôt de corps plus ou moins résineux d'une grande utilité pour la peinture; & c'est,

si je ne me trompe, une branche nouvelle d'industrie que l'on devra à la chimie. Mais sans nous livrer ici à l'énumération de ce que ce nouveau procédé promet à la peinture, sans entrer dans des détails qui trouveront leur place dans nos séances particulières, je me borne à ce que ces faits présentent pour la théorie de la science, si immédiatement applicable aux pratiques de tous les arts qui s'occupent des couleurs.

Il me paroît prouvé par les faits que j'ai recueillis & par les expériences dont je n'ai donné ici que les résultats les plus généraux,

1°. Que l'oxigène combiné aux substances végétales en change la couleur.

2°. Que les proportions de ce principe font varier les nuances des matières végétales colorées.

3°. Que ces nuances suivent des espèces de dégradations depuis les couleurs les plus foncées jusqu'aux plus claires, & que l'extrême de celles-ci est la décoloration la plus complète.

4°. Que cette dégradation n'a pas lieu dans plusieurs matières végétales, comme M. Berthollet l'a annoncé.

5°. Que plusieurs couleurs végétales rouges,

violettes, pourpres, marons, bleues, sont dues à des proportions diverses d'oxigène ; mais qu'aucunes de celles-là ne sont entièrement saturées de ce principe.

6°. Que cette saturation complète donne le plus souvent des couleurs jaunes qui sont les moins altérables de toutes.

7°. Que non-seulement les matières végétales colorées par l'oxigène changent de couleur suivant les proportions de ce principe, mais qu'elles changent aussi de nature & qu'elles se rapprochent d'autant plus de l'état résineux, qu'elles sont plus voisines de la couleur jaune.

8°. Enfin, que telle est la cause de l'altérabilité des rouges, des bruns, des violets tirés des végétaux ; qu'il existe un moyen de les fixer, de les rendre durables, en les imprégnant d'une certaine quantité d'oxigène par le moyen de l'acide muriatique oxigéné, & en imitant par ce procédé celui de la nature qui ne prépare jamais les couleurs fixes & permanentes que dans les corps exposés long-tems au grand air.



A N A L Y S E
D U T A M A R I N ,
*Et Réflexions sur quelques-unes de ses
Préparations médicales ;*
Par M. VAUQUELIN , Etud. en Médecine ;

S. I.

*Ce qu'on a fait jusqu'ici sur l'analyse
du Tamarin.*

LE tamarin dont on fait usage en médecine est la pulpe de la gouffe d'un arbre qui croît dans plusieurs pays chauds , mais plus particulièrement dans l'Amérique , & qui est placé dans la triandrie monogynie de Linneus. Les habitans du pays où croît le tamarin nous envoient cette substance après l'avoir extraite de ses gouffes & l'avoir légèrement desséchée , sous la forme d'une pâte noirâtre , poisseuse & d'une saveur acide ; ils envoient aussi dans

notre pays, mais en petite quantité, des légumes de tamarin confit dans du sucre, & qui ne sont d'usage que sur les tables. Nous n'insisterons point ici sur la structure, ni sur la nature chimique de ces fruits, ils ont été mêlés à des corps étrangers, & d'ailleurs ce n'est point sur le tamarin, dans cet état, que nous avons opéré.

Depuis qu'on a fait usage du tamarin, l'on a reconnu que cette substance étoit acide, mais on n'a déterminé qu'imparfaitement de quelle nature étoit cet acide; à la vérité, quelques chimistes, & particulièrement MM. Cornette & de Laffone le fils, y ont trouvé du tartre; ce qui est confirmé par l'analyse suivante.

MM. Rouelle, Cartheuser, Bucquet, &c. ont pensé que les tamarins contenoient un principe analogue à l'acide gallique, à cause qu'on l'employoit autrefois dans la teinture en noir; mais ces derniers ont été trompés par une fausse apparence.

M Bergman a dit, dans sa dissertation sur les attractions électives des corps, que l'acide du tamarin pourroit bien être de la même nature que celui du tartre; mais il n'avoit deviné qu'à moitié. Schéele, qui a fait connoître la nature acide de tant de matières végétales,

n'a point du tout parlé de celle du tamarin (a).

Les moyens que nous a fournis ce célèbre chimiste pour distinguer les acides végétaux les uns des autres, nous ont beaucoup servi pour reconnoître ceux qui sont contenus dans les tamarins.

On a trouvé jusqu'à ce jour six acides différens tout formés dans les végétaux, savoir,

1°. L'acide oxalique, dont le caractère est de décomposer tous les sels calcaires en général & de former alors avec la chaux un sel insoluble.

2°. L'acide tartareux, reconnoissable par sa propriété de passer à l'état de *crème de tartre* ou d'acidule tartareux par l'addition d'une petite quantité de potasse, & qui diffère du précédent en ce qu'il ne décompose point les sels calcaires minéraux.

3°. L'acide citrique, différent des deux premiers, parce qu'il ne donne point d'acidule cristallisable avec une quantité de potasse au-dessous de celle qui est nécessaire pour le sa-

(a) Je viens d'apprendre que M. Westrumb avoit prouvé, dans le second volume de ses Opuscules, qu'il y avoit de l'acide tartareux libre dans le tamarin.

turer, mais qui a de commun avec l'acide oxalique de donner un sel insoluble avec la chaux, & avec l'acide tartareux de ne décomposer aucuns des sels calcaires dont les acides minéraux forment un des principes constituans.

4°. L'acide malique, qui s'écarte des autres par le sel soluble qu'il donne avec la chaux & par son incristallifabilité.

5°. L'acide gallique, très-reconnoissable par le sel noir auquel il donne naissance avec l'oxide de fer, & par sa propriété cristallifable.

6°. Enfin, l'acide benzoïque, remarquable par sa volatilité à une chaleur douce & par son odeur aromatique.

S. I I.

Expériences générales.

Recherchons actuellement si nous retrouvons quelques-uns de ces caractères dans l'acide des tamarins. Le tamarin que nous avons examiné est celui qu'emploient tous les pharmaciens de Paris; sa couleur est d'un rouge foncé & paroît noire; sa faveur est acide, sucrée & agréable; son odeur est vineuse. Délayé dans

l'eau à la température de 10 degrés, il donne à ce fluide une légère couleur rouge & une saveur acide agréable ; l'eau acquiert la propriété de rougir les couleurs bleues végétales, de précipiter l'eau de chaux & de constituer une matière saline peu soluble avec quelques atômes de potasse. La liqueur ainsi précipitée par la potasse est encore acide & ne précipite plus par l'addition d'une nouvelle quantité d'alkali ; ce qui indique déjà la présence de deux acides différens dans la pulpe de tamarin. Cette eau, évaporée jusqu'à la réduction d' $\frac{1}{12}$, a une couleur rouge brune, une saveur acide très-forte ; la consistance d'un syrop épais, & fournit par le refroidissement beaucoup de cristaux blancs & transparens.

S. III.

*Macération du tamarin dans l'eau.**Première Expérience.*

Pour connoître la nature & les quantités des acides qui existent dans la pulpe des tamarins, on a délayé 4 onces de cette matière dans 8 onces d'eau distillée froide qu'on a laissé macérer pendant plusieurs heures ; on a passé ensuite

ensuite la liqueur au travers d'un linge ; on l'a fait évaporer à peu près jusqu'à la moitié , & on l'a abandonnée à elle-même ; elle a déposé pendant le refroidissement quelques cristaux blancs légèrement acides, peu dissolubles dans l'eau , & entièrement insolubles dans l'alcool ou esprit-de-vin. On a mis ces cristaux à part ; ils pesoient 12 grains après avoir été desséchés.

Seconde Expérience.

La liqueur réduite à un quart de son volume n'ayant plus donné davantage de sel , on y a versé quelques gouttes de dissolution de potasse ; il s'en est séparé une matière saline analogue à celle qu'on a obtenue par l'évaporation & le refroidissement ; il y en avoit 45 grains , & c'étoit du tartrite acidule de potasse ou de la crème de tartre.

Troisième Expérience.

Quand la potasse n'a plus produit de cristaux acidules dans la liqueur encore acide , on a fait bouillir celle-ci sur de la craie en poudre ; il y a eu une vive effervescence , & il s'est formé un dépôt assez considérable. Ce précipité a été

traité avec le quart de son poids d'acide sulfurique étendu de six parties d'eau ; & après avoir fait bouillir le mélange pendant quelques minutes , on a filtré la liqueur & on l'a fait évaporer. A mesure que cette opération avançoit , il s'en séparoit quelques atômes de sulfate de chaux tenus en dissolution par l'acide qui étoit auparavant dans la chaux & qui en avoit été dégagé par l'acide sulfurique. On a séparé cette matière , & la liqueur réduite à peu de volume s'est prise en une masse de cristaux blancs , irréguliers , qui se dissolvoient facilement dans l'eau & dont la dissolution ne précipitoit ni par l'acide oxalique , ni par le muriate de baryte , ni par la potasse , mais qui formoit un précipité avec l'eau de chaux. D'après les propriétés que nous avons assignées à l'acide citrique , on reconnoît facilement que c'est cet acide qui existoit dans le tamarin & qui en a été séparé par la craie ; cet acide pesoit 3 gros , ce qui fait 1 once & demie par livre.

Quatrième Expérience.

Les papiers bleus n'indiquant plus d'acide libre dans la liqueur où la craie avoit formé un précipité , on l'a fait évaporer ; pendant cette

opération, il s'en est séparé une matière qui avoit l'aspect falin, point de saveur, & qui étoit de la même nature que le dépôt précédent, auquel on l'a réuni avant que de le traiter avec l'acide sulfurique. La potasse formant un précipité dans cette liqueur, on pensa qu'elle contenoit un sel à base de chaux; en conséquence, pour savoir quelle en étoit la nature, on y a mêlé une dissolution d'acétite de plomb, qui y a produit un dépôt assez abondant pesant 27 grains. En traitant ce précipité par l'acide sulfurique, on s'est assuré qu'il étoit composé de plomb, d'acide malique ou de l'acide semblable à celui des pommes, & on a en estimé la quantité à 10 grains.

Cinquième Expérience.

Dans la liqueur épaissie à peu près comme un syrop, on a versé de l'alcool ou esprit-de-vin très-rectifié qui en a séparé une grande quantité de matière grise, gluante & tenace, qui présentoit tous les caractères d'un mucilage & qui pesoit 1 gros & demi dans l'état de siccité.

Sixième Expérience.

On a mis ensuite dans la liqueur quelques

G ij

gouttes d'acide oxalique pour précipiter la chaux qui dégagée de l'acide malique s'étoit combinée avec l'acide acéteux de l'acétite de plomb employé pour obtenir l'acide malique ; lorsque la liqueur n'a plus fourni de précipité avec l'acide oxalique , on l'a filtrée ; elle avoit une couleur rouge orangée , une saveur sucrée , très-marquée , mais elle laissoit dans la bouche un goût amer & nauséux. On l'a fait évaporer jusqu'à siccité ; on a senti pendant le cours de cette évaporation l'odeur du vinaigre qui se volatilisoit par la chaleur , & il paroît que tout a été dissipé , car la liqueur n'altéroit plus les couleurs les plus sensibles sur la fin de l'opération ; la matière légèrement desséchée pesoit 4 gros & offroit toutes les propriétés du sucre.

On voit que par une simple macération l'eau enlève à la pulpe du tamarin , 1°. du mucilage ; 2°. du sucre ; 3°. de l'acide tartareux pur ; 4°. du tartrite acidule de potasse ou de la crème de tartre ; 5°. de l'acide citrique ; 6°. de l'acide malique. Mais si l'on applique l'eau bouillante à cette matière déjà traitée par l'eau froide , on en obtient encore plusieurs principes , comme on va le voir par les expériences suivantes.

DE CHIMIE:

§. I V.

Décoction du tamaris.

Première Expérience.

Sur les 4 onces de tamarin qui avoient été traitées par l'eau froide, on a fait bouillir 8 onces d'eau pendant un demi-quart-d'heure, ensuite on a passé la liqueur au travers d'un linge ferré, & on l'a livrée au refroidissement; plusieurs heures après elle s'est prise en une masse brune, tremblante, qui s'est séparée en deux parties, dont l'une liquide occupoit la partie inférieure, & l'autre molle, demi transparente & ayant l'aspect d'une gelée, nageoit au-dessus de la première. On a séparé ces deux substances, afin de pouvoir les examiner plus facilement chacune en particulier.

Seconde Expérience.

La matière gélatineuse ne se dissout qu'en très-petite quantité dans l'eau froide, même aidée de l'agitation; l'eau bouillante la dissout entièrement, & la dissolution se prend de

G iij

nouveau en gelée par le refroidissement ; mais si on la fait bouillir long-tems, elle perd cette propriété, reste liquide, & semble se rapprocher de la nature des mucilages ordinaires. C'est ainsi que dans certaines opérations des arts qui s'occupent de la conservation de quelques parties végétales, & notamment dans la préparation des gelées, il arrive souvent que si l'on n'a pas mis une quantité suffisante de sucre pour absorber la plus grande partie de de l'eau du fruit, & si l'on est obligé de faire bouillir long-tems, le principe gélatineux se détruit au lieu de se cuire, comme on le croit communément, & perd la propriété de se réunir en une masse dont les molécules adhèrent les unes aux autres avec une certaine force, comme dans une gelée bien faite. La matière gélatineuse du tamarin se dessèche facilement; dans cet état elle est transparente & pèse 2 gros.

Troisième Expérience.

La liqueur d'où la gélatine s'étoit séparée; réduite à un quart de son volume, a déposé beaucoup de cristaux salins qui étoient de véritable artrite acidule de potasse; ils pesoient 63 grains.

Quatrième Expérience.

La liqueur évaporée plus fortement & mêlée avec l'alcool, a laissé déposer 10 grains d'une matière mucilagineuse parfaitement analogue à celle de l'expérience 5, §. I.

Ces faits nous apprennent que l'eau froide, à la dose à laquelle on l'emploie le plus ordinairement au traitement du tamarin pour l'usage de la médecine, ne lui enlève pas tout ce qu'il contient de soluble ; que la gélatine qui paroît par elle-même indissoluble dans l'eau froide, ainsi que le tartrite acidule de potasse dont la solubilité est aussi très bornée, restent dans le marc du tamarin lorsqu'on ne l'a pas fait bouillir dans l'eau chaude.

Le résidu des 4 onces employées & soumises successivement à l'action de l'eau froide & de l'eau chaude, ne présentait plus alors que des membranes sèches, cornées, quelques semences & une matière parenchymateuse dont la saveur étoit peu sensible ; il ne coloroit plus l'eau dans laquelle on le faisoit bouillir, & ne pesoit plus qu'une once & demie étant sec.

De toutes ces expériences réunies & comparées, on peut conclure que la pulpe de

tamarin du commerce dans l'état le plus ordinaire, contient par livre,

	one.	gr.	gras
1°. De tartrite acidule de potasse,	«	4	12
2°. De gomme,	«	6	«
3°. De sucre,	2	«	«
4°. De gélatine,	1	«	«
5°. D'acide citrique,	1	4	«
6°. D'acide tartareux libre,	«	2	«
7°. D'acide malique,	«	«	40
8°. Matière féculente,	5	«	«
9°. Enfin d'eau,	5	6	52
	<hr/>		
Ce qui en tout fait,	16	«	«
	<hr/>		

Il ne me reste plus maintenant qu'à faire quelques remarques sur l'emploi de cette substance en médecine. Il est une vérité mieux sentie aujourd'hui par les médecins qu'elle ne l'étoit autrefois; c'est que pour appliquer avantageusement les remèdes aux maladies, il faut, autant qu'il est possible, connoître le rapport qu'il y a entre les uns & les autres, & que comme on emploie souvent plusieurs corps ensemble, il n'est pas permis d'ignorer leur action réciproque & le résultat de leur combinaison.

L'impérite ne se fait voir que trop souvent en ce genre, & des changemens de couleur, de saveur, de consistance, de qualité enfin qu'on n'avoit pas soupçonnés, arrivent tous les jours dans les mélanges médicamenteux qu'on fait faire.

Pour mieux faire sentir comment se comporte le tamarin avec quelques autres substances auxquelles on l'associe souvent, je dois indiquer encore ici quelques propriétés des acides tartareux & citrique. Celui-ci décompose l'acétite, le tartrite de potasse & le tartrite de soude, & donne naissance à des tartrites acidules de potasse & de soude qui se précipitent, & à du citrate de potasse & de soude qui restent dans la liqueur. L'acide tartareux réunit à ces propriétés qu'il possède encore plus éminemment, celle de décomposer une partie des sulfate, nitrate & muriate de potasse, & de former du tartrite acidule de potasse, qui, s'il n'est pas dissous dans une grande quantité d'eau, se précipite & ne laisse à sa place que des sels avec excès d'acide plus ou moins désagréables.

Ainsi, le tamarin, comme nous l'avons vu plus haut, contenant ces deux acides produira les effets qui viennent d'être énoncés, si on

L'emploie, comme il arrive souvent, avec des fels à base de potasse ; & si, par exemple, on l'employoit dans une médecine où il entre du tartrite de potasse ou sel végétal ; ou le malade seroit obligé d'en prendre une partie dans l'état solide, ou il n'y existeroit point ou presque point d'acide, suivant qu'on auroit fait le mélange avant ou après la colature ; & l'une de ces circonstances arrive nécessairement dans une médecine composée de manne, de féné, de tamarin & de sel végétal.

D'après ces réflexions fondées sur des faits, on voit que si l'on a intention de conserver la qualité acide du tamarin dans un médicament liquide sur tout, il ne faut point y faire entrer, conjointement avec lui, des fels dont la potasse soit un des principes, & particulièrement les acétites & les tartrites de potasse & de soude qu'il décompose & transforme en tartrites acidules & en citrates.



T R A I T É

*De la Culture du Nopal & de l'Education
de la Cochenille dans les Colonies Fran-
çoises de l'Amérique ; précédé d'un
Voyage à Guaxaca ;*

Par M. THIERY DE MENONVILLE.

Extrait par M. BERTHOLLET.

L'EXTRAIT de cet ouvrage paroît étranger au but qu'on s'est proposé en publiant ce recueil ; mais la cochenille est un objet si important pour le commerce , & si intéressant pour les arts , qu'il ne peut être indifférent d'acquérir des connoissances sur les mœurs & sur les soins qu'exige son éducation.

Un autre motif m'a engagé ; je trouvois dans cet ouvrage les fruits d'une entreprise courageuse, qui n'avoit été faite que par la noble passion d'enrichir nos colonies d'un don de la nature , qu'une nation étrangère veut posséder exclusivement.

Les espagnols observèrent que les indiens du Mexique se servoient de la cochenille pour colorer leurs maisons & teindre leur coton. Frappés de la beauté de cette couleur, ils en instruisirent le ministère qui ordonna à Cortez en 1523, de multiplier cet insecte précieux.

Réaumur proposa au régent de faire transporter la cochenille dans nos colonies ; mais ce projet ne fut point exécuté. M. Thiery de Menonville le forme de nouveau : il n'est point effrayé de tous les obstacles qu'il doit rencontrer ; il ne prend que la moitié de la somme modique de 4000 liv. qui lui est accordée pour pouvoir avec l'autre moitié tenter son entreprise par une autre voie, si celle qu'il a choisie ne le conduit pas au succès : il se contentera, dit-il, de pain & d'eau pour vivre.

Il s'embarque le 21 janvier 1777, au Port-au-Prince : il s'arrête à la Havane, il arrive à la Vera Cruz : il apprend que c'est à Guaxaca que l'on cultive la plus belle cochenille : son choix est fait ; c'est à Guaxaca qu'il ira la prendre ; mais Guaxaca est éloigné de 70 lieues, & l'on ne peut y arriver qu'en escaladant de hautes montagnes, en traversant des fleuves dangereux, & enfin, que par des chemins toujours mauvais : il faudra qu'il échappe à la vigilance de satellites

nombreux & à l'inquiète surveillance des gouverneurs. Rien ne l'arrête ; il est obligé d'employer toute l'assuice qu'auroit pu exiger une entreprise politique ou criminelle. Il flatte pour intéresser, & sous le prétexte de son goût pour la botanique & du besoin de rétablir sa santé, il obtient d'aller prendre les bains à la rivière de Madeline, qui est à quelques lieues de Vera-Cruz ; mais il prend la route de Guaxaca : il voit pour la première fois la cochenille à Galatillan ; il palpité de joie ; mais quelques réflexions^s viennent mêler de l'amertume à son ivresse : comment pourra-t-il transporter un animal si léger, si friable, si facile à écraser, & qui tombé une fois, ne se rattache plus à la plante ? Les secousses du cheval dans un long voyage par terre, lui permettront-elles de les conserver ? Et ces plantes volumineuses sur lesquelles il l'avoit vu, comment les emporter ? comment les soustraire aux perquisitions auxquelles il doit être soumis ?

Arrivé à Guaxaca, il se procure des caisses, il achète des nopals couverts de cochenille, sous le prétexte qu'ils doivent servir à un onguent pour la goutte. Il mêle d'autres plantes à ces nopals, & il a le bonheur de les sortir comme une futilité qu'emporte un botaniste. Il

effuie une tempête affreuse, relâche à Campêche; il y prend des pieds d'un cañe inerme qui peut servir à entretenir la cochenille, & il arrive au Port-au-Prince le 25 septembre de la même année.

Il emploie toute son activité à établir une nopalerie, à étudier les soins qu'exige l'éducation des deux espèces de cochenilles; il reconnoît que la cochenille sylvestre existe sur une espèce d'opuntia à Saint Domingue. Son ame fière, est ulcerée de ce que ses services sont méconnus & ses soins mal secondés: il meurt de chagrin en 1780.

Le cercle des philadelphes qui ne doit son établissement qu'au désir de rendre nos sciences utiles à Saint-Domingue, a recueilli ses papiers, & c'est à ses soins qu'on doit la publication du traité dont je présente l'extrait, en me bornant à ce qui a rapport à la cochenille & aux opuntia qui lui servent de nourriture.

Je commencerai, suivant la marche de l'auteur, par faire connoître les opuntia, je passerai ensuite aux deux espèces de cochenille, & enfin je décrirai les expériences comparatives que j'ai faites sur la cochenille fine ou mellêque, sur la cochenille sylvestre du Mexique, & sur celle qu'on a élevée à S. Domingue.

Des Cactes.

Le cacte est un genre de plante très-nombreux & particulier à l'Amérique. Cette plante pousse en terre un pivot très-profond, & des racines fibreuses & traînantes à un pouce de la surface de la terre : elle est d'un verd de diverses nuances, selon les diverses espèces ; la substance en est très-tendre & charnue ; mais elle devient un bois très-dur, par la vétusté : elle est pleine d'une sève mucilagineuse, qui s'extravase quelquefois comme une gomme opaque & farineuse, blanche ou jaune, qui se durcit promptement, & se dissout comme la gomme, mais qui n'est ni si visqueuse ni si tenace ; les tiges s'élèvent en arbre par la naissance successive d'autres tiges, sortant les unes des autres, de manière qu'elles semblent jointes par articles ; mais l'apparente solution de continuité s'oblitére avec l'âge de la plante, & tous ces articles disparoissent par l'accroissement des parties, au point que les articles des cactes comprimés se remplissent, s'arrondissent en tronc d'arbre, sur lequel on ne voit plus la moindre trace de leur naissance, de leur forme primitive, ni de la position des uns à l'égard des

autres : il est de ces arbres qui ont six pieds de tour sur une hauteur de trente à quarante.

Les articles ou branches qui naissent en bourgeons cylindriques dans les cactes opuntia portent dans ces derniers pendant un ou deux mois, des folioles coniques, courbes, d'une ou deux lignes de haut, disposées en quinconce, sur des lignes parallèles. A l'aisselle de ces folioles, également semés sur les deux côtés de l'article comprimé, se trouve placé un faisceau de soies innombrables, subsistantes, fragiles, plus ou moins faillantes. Autour de ce faisceau l'on voit dans tous les cactes comprimés, selon qu'ils sont plus ou moins cultivés, une, deux, trois & même douze épines de différentes couleurs, selon les différentes espèces de cactes, longues depuis six jusqu'à trente lignes, aigues & solides, très-dangereuses par leur piqure, & disposées en rose ou en boupe; c'est de leur centre & de celui du faisceau de soie que paroît sortir indifféremment la fleur ou le bourgeon suivant qui sert à continuer la tige. Les soies en faisceau ne sont que le sommet des épines axillaires des fleurs ou des bourgeons futurs qui sont déjà en abrégé sous ces points quinquonciaux armés de deux, trois ou vingt épines de la sève précédente, & elles
feront

feront à leur tour , lors de la sève suivante , l'office des épines qui existent déjà.

Les fleurs sortent du sommet d'un calice armé des mêmes foies & épines que les bourgeons ; elles sont blanches , rouges , jaunes , pourpres , cramoisies , selon les différentes espèces ; elles ont depuis deux lignes jusqu'à six pouces de grandeur. Les pétales sont quelquefois au nombre de dix , douze , dix-huit , arrondis , ovés , oblongs , laciniés , acuminés , quelquefois très-ouverts , d'autres fois conivens & fermés à travers lesquels passent le pistil & les étamines , qui les surpassent en longueur , ou sont quelquefois moindres. Les étamines y sont par centaine , les filamens filiformes , quelquefois accouplés , l'anthère est oblongue & jaune , d'une grosseur double du filament. Le stigmate est quelquefois en forme de clou dont la tête seroit fendue en trois , six ou plusieurs parties.

Toutes les parties de la fleur tombant , il ne reste que le calice qui contient le germe ; ce calice se métamorphose en une baie oblongue , ovale , souvent ronde comme une pomme , unie , loculaire , remplie d'une pulpe , qui , lors de sa maturité , est blanche , jaune , rouge , cramoisie , violette , couleur de pourpre , grise

ou verte, selon les différentes espèces de cactes. Cette pulpe renferme des semences réniformes, dont les plus grosses sont de la grandeur des lentilles; elles sont couvertes d'une écorce noire, brune ou fauve, friable, crustacée & remplie d'une farine très-blanche.

Linnéus a compris & réuni sous le genre des cactes les plantes que Tournefort nomme *milocactus opuntia*, celles que Jussieu nomme *cereus* (cierge), celles que Dilénius nomme *tuna*, & celles que Plumier nomme *pereskia*. Il a divisé ce genre en autant de sections qu'il y a de formes extérieures singulièrement différentes; il a conservé à chacune de ces plantes, dans leur section, le nom spécifique des auteurs qu'on vient de nommer; il a donc divisé son genre de cactes en hériffons, melons-cactes, en cierges, cierges anguleux droits, cierges anguleux ronds ou rampans, & en *opuntia* comprimé à articles prolifères.

C'est dans cette dernière section que se trouvent les cactes sur lesquels seuls on a trouvé jusqu'ici la cochenille silvestre, & sur lesquels on a pu élever la cochenille fine. Elle contient un grand nombre d'espèces très-différentes de toutes celles qui sont décrites par les botanistes; mais l'auteur n'a eu ni le tems, ni la liberté

de les décrire , ni les moyens de les emporter du Mexique. On ne va donc indiquer que les espèces qui font les plus intéressantes à connoître dans leur rapport avec la cochenille.

Le tuna de Dillénus que les espagnols de Vera-Cruz nomment *tunas* & que les colons de S. Domingue appellent *raquette des bords de mer* , s'élève rarement en arbre ; ses articles sont solides , épais , rigides , d'un verd clair tirant sur le vert d'eau ; ses épines sont jaunes. L'on voit constamment à Vera-Cruz la cochenille silvestre sur cette espèce d'opuntia.

Le péreschia , qui est connu à S. Domingue sous le nom de *patte de tortue* , existe au Môle S. Nicolas & dans la plaine du cul-de-sac de S. Domingue ; il est très-épineux , & à l'âge de trois ou quatre ans , élevé en arbre , ses articles le sont beaucoup moins ; mais le tronc reste armé d'épines redoutables ; ces épines sont blanches , plus longues & plus nombreuses que celles du tuna. La cochenille silvestre se trouve sur cet opuntia , sur lequel l'auteur la découvrit à S. Domingue , à son retour du Mexique. Elle le préfère au tuna ; car à S. Domingue elle abandonne ce dernier.

L'auteur a apporté de Campêche une espèce d'opuntia qu'il soupçonne commune aux An-

tilles ; ce caſte a les articles peu armés , il y a une ou deux épines à chaque bourgeon ; les jeunes articles en ont rarement ; ils ſont oblongs & parfaitement liſſes , d'un verd ſombre & très-luiſant dans les adultes , & d'un verd clair dans les jeunes articles : il croît en arbre. La cochenille ſylveſtre s'élève avec ſuccès ſur cet opuntia , qui préſente même l'avantage de pouvoir nourrir la cochenille fine , quand on n'a pour objet que de la ſemer en entretien ; car elle ſ'y multiplie trop peu pour qu'on puiſſe ſ'en ſervir dans la vue d'une récolte.

L'opuntia que les colons appellent raquette eſpagnole , eſt une grande eſpèce à articles en forme ovée , dont les tiges s'élèvent en arbre ; ſes bourgeons ne ſont ordinairement armés avec leur ſoie que d'une , deux ou trois épines courtes. La cochenille ſylveſtre s'élève très-bien ſur cette eſpèce d'opuntia.

L'auteur donne le nom de nopal ſylveſtre à un opuntia qui eſt l'eſpèce dominante dans les champs du Mexique ; il s'élève en buiſſons de dix-huit à vingt pieds de haut , ſes articles ſont arrondis au ſommet , tous les bourgeons ſont armés de roſes , d'épines blanches , courtes , qui ſ'entrelacent les unes dans les autres & empêchent abſolument de porter les doigts ſur la

surface de l'article. Cette espèce sert très-bien de nourriture à la cochenille sylvestre.

Les opuntia qui nourissent beaucoup mieux la cochenille que les précédens, sont, le vrai nopal du jardin du Mexique & le nopal de Castille ; la cochenille sylvestre y devient presque aussi grosse que la cochenille fine, & elle y est moins cotonneuse que sur les autres espèces de cactes : le coton y est moins tenace, plus lâche & plus diffus.

Le nopal des jardins du Mexique dont l'auteur n'a vu ni les fleurs ni les fruits, a des racines d'un gris cendré tirant sur le jaune, qui deviennent ligneuses avec l'âge ; il s'élève en arbre comme la plupart des autres opuntia, ses articles sont d'une forme oblongue ovale, ils ont une surface douce au toucher, d'un vert sombre dans les adultes, & d'un vert clair & luisant dans les jeunes ; les bourgeons sont armés d'une, deux ou trois épines inégales au tronc de la plante.

Le nopal de Castille est le plus beau des opuntia ; on lui donne ce nom pour caractériser sa beauté par l'habitude qu'on a au Mexique d'attacher une idée de noblesse au nom de Castille : ses articles ont quelquefois 30 pouces de longueur sur 12 & 15 de largeur.

H ij

Il est prouvé par expérience, dit l'auteur, que la couleur rouge, violette, jaune ou blanche, des fruits des différens opuntia, ne sert ni ne nuit à la couleur de la cochenille qui se nourrit sur ces cactes, & n'est pas une cause ni un indice de leur aptitude plus ou moins grande à nourrir cet insecte.

M. Thiery de Menonville range ainsi les opuntia selon la propriété qu'ils ont de nourrir la cochenille silvestre; il place au plus bas degré le tuna, ensuite le péreschia, l'opuntia de Campêche, le nopal silvestre, la raquette espagnole, enfin, le vrai nopal du jardin du Mexique, & au plus haut degré le nopal de Castille; cependant ce n'est pas le seul point de vue sous lequel il faille envisager les opuntia; ceux qui sont très-épineux, s'opposent à la récolte de la cochenille & doivent être rejetés, quoiqu'ils soient propres à la nourrir; on ne peut se servir pour cette raison du tuna, du péreschia & du nopal silvestre du Mexique, de sorte qu'il faut se borner à l'opuntia de Campêche, à la raquette espagnole, au vrai nopal & au nopal de Castille.

La cochenille fine ne peut vivre sur tous ces opuntia, elle périt sur le tuna, sur le péreschia, sur la raquette espagnole; mais elle se nourrit sur

l'opuntia de Campêche, quoique plus épineux que la raquette espagnole, toutefois elle ne peut se cultiver que sur le nopal des jardins du Mexique & sur celui de Castille.

Lors donc qu'on veut entreprendre la culture de la cochenille, il faut commencer par établir une pépinière de nopals à laquelle on donne le nom de nopalerie.

M. Thiery de Menonville donne une instruction très-étendue & très-détaillée sur la nature du terrain qui convient à une nopalerie & sur tous les soins qu'elle peut exiger, soit pour son établissement, soit pour son entretien.

De la Cochenille silvestre & de la Mestèque.

Pline & les autres anciens avoient donné le nom de *coccus* à la couleur rouge que l'on obtient du kermès & à cet insecte lui-même qu'ils regardoient comme la graine de l'arbre sur lequel il se propage. Linnéus a retenu le nom de *coccus* pour désigner cette famille d'insectes hémiptères dont la tête n'est qu'un point à la surface de la poitrine, dont l'abdomen est terminé par de petites soies, & dont la femelle est dépourvue d'ailes, tandis que le mâle en a deux élevées. Vingt-deux espèces d'insectes se font rangées sous ce genre; de leur nombre sont

H iv

le kermès, le coccus de Pologne & le coccus du casté coccinellifère, qui est la cochenille.

Outre les vingt-deux espèces décrites par Linnéus, M. Thiery de Menonville décrit un coccus aptère qui se trouve sur plusieurs espèces d'arbres de S. Domingue, & que le père Labat, Plumier, Nicolson & d'autres avoient pris pour la cochenille du Mexique.

Il paroît que les naturalistes n'ont connu jusqu'à présent que la cochenille silvestre, puisqu'ils n'ont décrit que celle là; mais avant de déterminer les différences de la cochenille mexicaine & de la silvestre, il faut considérer la cochenille en général.

La cochenille est un coccus qui habite le casté coccinellifère; la femelle a le corps aplati du côté du ventre, elle est hémisphérique par le dos, qui est rayé par des rides transversales, lesquelles aboutissent au ventre par une double marge dont la supérieure est moins grande; toute la peau est d'un brun sombre; sa bouche n'est qu'un point qui sort du milieu du thorax, elle a six petits pieds bruns, très-courts, & point d'ailes. Le mâle a le corps allongé, d'une couleur rouge foncée, couvert de deux ailes horizontalement abaissées, & un peu croisées sur le dos; il a deux petites antennes, la

tête moindre d'un tiers que le corps, l'abdomen est terminé par deux soies postiques aussi divergentes que les antennes; il a également six pieds, mais plus grands que ceux de la femelle, il n'a pas un vol continu, mais il voltige en sautant très-rarement. La cochenille s'appelle au Mexique *grana*, du mot espagnol qui rappelle l'erreur des anciens, qui croyoient que cet insecte étoit un grain, la production d'un végétal.

L'on croit que la cochenille silvestre se trouve naturellement sur le nopal silvestre & le tuna au Mexique; on y cultive aussi dans les jardins sur les vrais nopals non épineux. Après avoir appris à la connoître dans son voyage, M. Thiery de Menonville la trouva sur le pereskia ou patte de tortue à S. Domingue.

Les petites cochenilles silvestres sont toutes contenues dans le sein de la mère sous la forme d'œufs enchaînés par l'ombilique les uns après les autres à un placenta commun. Quand l'accouchement arrive au terme fixé par la nature, ce chapelet défile grains par grains; la mère paroît alors vivipare, parce que les petits laissent sans doute au passage l'enveloppe dans laquelle ils étoient contenus sous la forme d'œufs, & ils sortent sous la forme d'animaux vivans par-

faitement organisés. Ils sont alors de la grosseur de la tête d'un canion; le mâle est moins gros d'un tiers que la femelle, il paroît plus allongé, ses foies sont très-courtes & moins nombreuses que chez la femelle, qui en a douze paires sur la double marge qui termine le dos au ventre; ils restent sous le ventre de la mère & sur le dos pendant deux ou trois jours, quelquefois ils sont suspendus sous l'abdomen en forme d'une petite grappe de raisin, pendant huit jours, sur-tout lorsqu'il y a des orages ou des pluies; enfin, soit que le cordon qui retient le petit soit desséché, ou que pressé par la faim il ait acquis la force de rompre ce lien, il court sur la plante; c'est la seule fois que les femelles marchent pendant tout le cours de leur vie. Arrivés sur les articles du nopal, dès le même jour ou le suivant au plus tard, ces petits insectes se fixent sur les revers de l'article que l'instinct leur fait choisir; ils préfèrent à tous les autres les articles des deux sèves précédentes, on les voit sur-tout choisir le côté de l'article qui regarde l'ouest-sud-ouest, pour éviter les coups de vent de nord-est & sur-tout la force de la brise d'est, toujours également régulière & violente dans la vallée de Guaxaca.

Les jeunes cochenilles se fixent sur les articles du nopal en y inférant leur bec subulé dans l'écorce; si ce fil délié se rompt, la cochenille meurt sans qu'il lui soit possible de se rattacher par les pieds, & d'insérer de nouveau dans la plante cette sorte de trompe pour sucer le suc gommeux qui sert à sa nourriture. La femelle a sur toute la surface du corps un coton fin & visqueux dont elle se couvre & que ses mouvemens étendent tout autour d'elle, excepté sous le thorax. Quant au mâle, il abandonne son enveloppe au bout d'un mois, & il paroît sous la forme d'une jolie petite mouche couleur de feu très foncé; il s'élance & voltige en sautant à la hauteur de six pouces pour chercher sa femelle, il la féconde & il meurt; la femelle accouche au bout d'un mois, & c'est le terme de sa vie.

La cochenille silvestre une fois posée sur le nopal, s'y perpétueroit sans aucun autre soin, & y multiplieroit jusqu'à fatiguer & épuiser la plante dont les articles pourriroient & tomberoient les uns après les autres, si on n'avoit soin de la recueillir tous les deux mois.

Pour obvier à la dégénération de l'insecte, qui auroit lieu si on le laissoit entassé sur le nopal épuisé, pour l'entretenir au contraire

d'une belle qualité & même la perfectionner, & pour éviter la ruine du plant, il faut toujours proportionner à la force de celui-ci la quantité de la cochenille qu'on y élève; il faut la récolter radicalement tous les deux mois & nettoyer la plante du coton que l'insecte y laisse en la frottant avec un linge mouillé qui l'enlève. Par ce moyen on ôte aussi les œufs & les chrysalides des insectes destructeurs qui peuvent s'être cachés dans le coton de la cochenille.

Il seroit impossible de récolter la cochenille silvestre avec bénéfice sur les opuntia épineux; le plus habile ouvrier n'en peut recueillir 2 onces desséchées par jour, à cause de la difficulté de la tirer d'entre les épines, & cependant le même ouvrier peut en rendre trois livres sèches par jour quand il la récolte sur le nopal de jardin. Il est même certain que la cochenille silvestre s'est perfectionnée sur le nopal par la multiplicité des récoltes & des semelles, & par la bonté de la plante sur laquelle elle perd beaucoup de la quantité & de la tenacité de son coton, & devient constamment plus grosse de moitié qu'on ne la voit sur les opuntia épineux, dans les bois & les campagnes. Il faut donc pour recueillir la plus belle coche-

nille filvestre , la semer de deux mois en deux mois , autant que peut le permettre la constitution des saisons , sur le nopal de jardin , en abandonnant toute autre sorte d'opuntia ; mais en attendant qu'on ait une assez grande quantité de nopal , on peut la semer & l'élever sur l'opuntia de Campêche & sur la raquette espagnole.

On dit qu'on sème la cochenille , comme si c'étoit une graine , lorsqu'on répand les petits insectes sur la plante qui doit les nourrir.

La nopalerie est en état de nourrir la cochenille filvestre dix-huit mois après qu'elle a été plantée. On y sème les cochenilles dans des nids faits du parenchime des feuilles de palmier ; on met dans chaque nid de quatre à seize mères , lorsqu'elles sont près de leur accouchement ; & l'on proportionne au nombre des articles du nopal & le nombre des nids , & celui des mères que chacun contient : on fixe les nids à l'aisselle des branches , ayant soin qu'ils soient exposés au soleil levant.

Deux mois après que la cochenille a été semée , & précisément un mois après qu'elle a été fécondée , on voit sortir quelques petites cochenilles du sein de leur mère ; c'est le moment qu'il faut choisir pour la récolte. On passe la

lame d'un couteau dont le tranchant est émouffé & arrondi, entre l'écorce du nopal & les groupes de cochenille dont il est couvert ; on les fait tomber dans un linge ou dans un vase destiné à les recevoir. Quand la récolte est faite , on plonge la cochenille entre deux linges dans de l'eau bouillante pendant deux ou trois minutes ; on les étend ensuite sur des planches , ou , ce qui vaut mieux , dans des bassins de métal : on les expose à l'ardeur du soleil , & pour mieux s'assurer de leur dessiccation , on les y expose encore le lendemain. Cette méthode est préférable à celle du fer chaud & du four , qui ont l'inconvénient de donner une dessiccation inégale & de calciner les parties qui y touchent immédiatement. M. Thiery de Menonville n'a pas vu dans son voyage pratiquer d'autre méthode que celle de l'eau bouillante pour les deux espèces de cochenille.

La cochenille fine ne se trouve point dans les campagnes & les forêts du Mexique , elle n'habite que les cases & les jardins des indiens qui la récoltent.

Les petites femelles de cette espèce ont le dos rayé par des rides transversales qui aboutissent au ventre par une double marge sur laquelle on voit douze petites soies , qui dispa-

toissent dans les adultes. Dix jours après leur naissance, les femelles mettent bas cette robe bordée & frangée de petites soies, & elles se couvrent d'une poudre blanche très-fine qui les préserve de l'humidité; vingt ou vingt-cinq jours après leur naissance, elles se dépouillent de leur seconde robe, opération qui les fait périr quelquefois, alors elles paroissent d'un brun clair; mais le jour suivant elles sont déjà couvertes de poudre; trois ou quatre jours après elles sont en état d'être fécondées. Elles ont une grosseur à peu près double de celle de la cochenille silvestre.

Le mâle de la cochenille fine est parfaitement semblable au mâle de la cochenille silvestre, si ce n'est que sa grosseur est double.

L'auteur discute la question de savoir si la cochenille fine est une même espèce que la silvestre perfectionnée par une meilleure nourriture & par les soins de la culture, ou si elles forment deux espèces essentiellement distinctes. La grosseur qu'acquiert la cochenille silvestre lorsqu'on la cultive, & la diminution qu'éprouve son duvet cotoneux, ainsi que la petitesse à laquelle est réduite la cochenille fine lorsqu'elle n'a pas la nourriture qui lui convient, paroissent donner beaucoup de poids à la première

opinion ; cependant l'auteur ne trouve pas que ces raisons suffisent pour la solution de ce problème intéressant qu'il renvoie à de nouvelles observations.

Il y a trois circonstances essentielles à observer dans l'éducation de la cochenille fine.

1°. Il faut se servir pour semer des plus belles & des plus grosses mères que l'on puisse avoir à chaque génération.

2°. Il ne faut la semer que sur les bons nopals.

3°. Il faut la retirer pendant la saison des pluies, à couvert, & l'y multiplier jusqu'au retour de la sécheresse pour la semer en plein air. On doit encore éviter que la cochenille filvestre ne puisse se mêler à la fine, & pour cela il faut les éloigner de 100 perches l'une de l'autre, en donnant l'avantage du levant à la cochenille fine. La température qui lui convient le mieux est entre 12 & 20 degrés du thermomètre. L'on fait au Mexique trois récoltes pendant la belle saison.

M. Thiery de Menonville n'a pu se procurer des renseignemens bien certains sur la méthode qu'on emploie au Mexique pour conserver la cochenille pendant l'hiver ; cependant il a de fortes raisons pour croire qu'on la conserve sur des

des nopals qu'on couvre de nattes. Il conseille une méthode qu'il a imaginée & dont il a fait l'épreuve. Il prescrit de construire un hangar couvert de chassis que l'on abat dans les mauvais tems, & qu'on relève quand le tems est beau, & de planter sous cet hangar des nopals dont le tiers est employé successivement à entretenir la cochenille pendant les six mois de mauvais tems.

Le prix de la cochenille fine surpasse d'un tiers celui de la cochenille silvestre; de plus, de deux nopals de pareille grandeur, celui qui est chargé de cochenille fine donne une récolte d'un tiers plus forte en poids que celui qui est chargé de cochenille silvestre.

L'auteur compare les frais de culture que la cochenille exige au Mexique avec le prix de main-d'œuvre ordinaire à S. Domingue, & il conclut de l'aifance dans laquelle vivent quelques indiens, dont elle est le principal produit, que cette culture pourroit s'établir avec beaucoup d'avantage à S. Domingue, d'autant plus que les indiens du Mexique ont peu d'activité, & que des monopoles multipliés les privent d'une grande partie du produit de la vente de la cochenille en Europe.

Au premier coup-d'œil, la cochenille fine
Tome V. I

paroît présenter de grands avantages au cultivateur sur la cochenille silvestre ; mais lorsque l'on considère que l'éducation de la dernière exige beaucoup moins de soin , que le duvet qui la recouvre la défend contre les pluies & les orages , qui font souvent de grands torts à la cochenille fine , & qu'elle peut être récoltée six fois dans l'année , pendant que la saison des pluies est nulle pour le produit de la cochenille fine ; qu'enfin il faut beaucoup moins d'avance pour l'établissement qu'elle exige , l'on trouvera que les avantages se compensent , & que même la culture de la cochenille silvestre pourra être préférable pour les pauvres colons , auxquels elle pourra présenter une ressource précieuse.

Depuis la mort de M. Thiery de Menonville, la cochenille fine qu'il élevoit au jardin du Port-au-Prince a péri ; mais M. Bruley, substitut du procureur général , a mis beaucoup de zèle pour ne pas laisser perdre tous les fruits de l'entreprise de M. Thiery de Menonville. Avec des débris de son plan , il a formé une nopalerie & y a élevé la cochenille silvestre. Il écrivoit à la fin de 1788 , que sa nopalerie auroit déjà pu lui fournir une récolte de 100 livres de cochenille sèche , si une maladie ne l'eût empêché de profiter de la belle saison.

M. Bruley a communiqué de la *graine* de cochenille filvestre au cercle des philadelphes, qui a commencé en 1785 à s'occuper de l'éducation de cette cochenille.

Comparaison de la Cochenille mexicaine, de la Cochenille filvestre & de celle qui a été élevée à S. Domingue.

Si l'on fait digérer dans l'alcool l'extrait que la décoction de cochenille donne par l'évaporation, les parties colorantes se dissolvent & laissent un résidu qui ne retient qu'une couleur de lie de vin que du nouvel alcool ne peut lui ôter. Cette partie donne dans l'analyse par le feu, les produits des substances animales.

L'alcool de cochenille laisse par l'évaporation un résidu transparent qui est d'un rouge foncé, & qui, lorsqu'il est sec, a l'apparence d'une résine. Il donne également par la distillation les produits des substances animales, ce qui confirme que cette partie colorante est une production animale.

Cependant la décoction de cochenille entre difficilement en putréfaction; j'en ai conservé plus de deux mois à l'air libre & dans un flacon

I ij

bouché. La première ne présentait après cet espace de tems aucun indice de putréfaction; la seconde avoit une légère odeur putride. La première s'étoit troublée dès les premiers jours; elle a laissé sur le filtre un dépôt violet-brun, qui étoit dû à la combinaison de l'oxigène avec les parties colorantes, conformément aux observations de M. de Fourcroy; la seconde avoit conservé long-tems sa transparence, & ne l'avoit probablement perdue que par l'effet du commencement de putréfaction qu'elle avoit éprouvée. La couleur de l'une & de l'autre avoit passé au cramoisi; mais celle de la première étoit plus foible, parce qu'une plus grande partie des molécules colorantes s'étoit précipitée.

Depuis la mort de M. Thiery de Ménonville, la cochenille mestèque qu'il avoit apportée a péri, ainsi qu'on l'a annoncé; mais M. Bruley s'est occupé avec beaucoup de soin à élever de la cochenille filvestre, & dès 1787, il en avoit envoyé une quantité assez considérable au ministre de la marine, avec un mémoire sous le titre d'*Essais de la culture du nopal, l'éducation & préparation de la cochenille*. L'académie des sciences nous chargea, MM. Desmarest, Fougeroux, l'abbé Tessier &

moi , d'examiner cette cochenille & le mémoire qui l'accompagnoit.

Il résulta des essais de teinture que nous fîmes chez M. Monneri , propriétaire d'une manufacture d'écarlate aux Gobelins , que la cochenille envoyée par M. Bruley donnoit au drap la même couleur que la cochenille mesticque , pourvu qu'on en augmentât la quantité dans la proportion de 12 à 5.

M. Bruley a fait un second envoi de la cochenille qu'il a récoltée en 1783, & les mêmes commissaires ont été chargés de l'examiner. Ils ont obtenu , par une méthode différente , à peu près les mêmes résultats qu'avec la première cochenille.

Comme j'ai répété les essais qui avoient été faits en commun , en faisant entrer dans la comparaison la cochenille silvestre du commerce , je me contenterai de parler ici de mes dernières expériences.

La décoction de la cochenille silvestre a la même nuance que celle de la cochenille de S. Domingue ; cette nuance tire plus sur le cramoisi que celle de la cochenille mesticque ; mais les précipités qu'on en obtient , soit par la dissolution d'étain , soit par l'alun , sont d'une couleur parfaitement égale à ceux de la coche-

nille melleëque, & ce sont ces précipités qui colorent les substances qu'on teint en se combinant avec elles.

J'ai dit dans mon mémoire sur le blanchiment (*Ann. Chim. tome II*), que M. Watt s'étoit servi de la décoction de cochenille pour déterminer la force de l'acide muriatique oxigéné par la quantité de cette décoction qu'il pouvoit détruire ; j'ai fait l'inverse, & je me suis servi de l'acide muriatique oxigéné pour déterminer la proportion de parties colorantes que les décoctions de différentes cochenilles contenoient. J'ai donc fait bouillir pendant une heure un poids égal de chacune des trois cochenilles, en rendant toutes les circonstances autant égales qu'il m'a été possible ; j'ai versé ces trois décoctions filtrées chacune dans un cylindre de verre gradué, & j'y ai mêlé du même acide muriatique oxigéné jusqu'à ce qu'elles aient toutes trois été amenées à la même nuance de jaune. Les quantités d'acide qui représentent les proportions de parties colorantes se sont trouvées à peu près dans le rapport des nombres suivans : 8 pour la cochenille de S. Domingue, 11 pour la cochenille silvestre du commerce, 18 pour la cochenille melleëque.

L'on voit donc que la cochenille de S. Do-

mingue est non-seulement fort inférieure à la cochenille mescèque, mais même à la cochenille silvestre du Mexique, & effectivement elle est beaucoup plus cotonneuse & plus petite; mais ces défavantages ne doivent point diminuer le zèle de ceux qui s'occupent de son éducation.

Les observations de M. Thiery de Menonville avoient déjà prouvé que la cochenille silvestre perdoit de son coton & devenoit plus grosse par une succession de générations soignées, & dans les commencemens l'on a été obligé d'employer des nopals qui n'avoient pas atteint la grosseur nécessaire. Il y a donc tout lieu d'espérer que la cochenille de S. Domingue pourra parvenir, par des soins soutenus, au point de bonté de la cochenille silvestre du Mexique, & peut-être le passer; mais dut-elle lui être toujours inférieure pour la quantité de parties colorantes, ce ne seroit point une raison suffisante pour négliger de se procurer un ingrédient si précieux pour la teinture.

Relativement à la qualité de couleur, l'on a vu que la cochenille de S. Domingue ne le cédoit pas à la cochenille mescèque; mais si le coton dont elle est recouverte pouvoit nuire dans les opérations en grand à la beauté de

l'écarlate dont l'éclat peut être si facilement altéré, on en trouveroit un emploi avantageux soit pour les demi-écarlates, soit pour les cramoisis & les autres nuances qui sont moins délicates que la plus vive des couleurs.

M. Bruley a cherché les moyens de séparer le coton de la cochenille de S. Domingue; mais il est resté beaucoup de parties colorantes dans ses résidus, ce qui paroît principalement dû aux petites cochenilles qui sont restées adhérentes au coton.

Les opinions que M. Bruley expose dans ses mémoires ne s'accordent pas toujours avec celles de M. Thiery de Menonville, & il est naturel que des observations soutenues procurent des connoissances plus exactes sur un objet qui est si nouveau pour nous, mais sur lequel on doit espérer que les soins du cercle des philadelphes & de M. Bruley ne nous laisseront bientôt rien à désirer.

Il est bien difficile de se faire une idée de l'utilité dont peut être la cochenille à S. Domingue, qui a tant de riches productions. M. Thiery de Menonville la regardoit comme une ressource précieuse pour les parties de l'île dont le sol ingrat se refuse aux autres cultures, & pour les pauvres colons qui ne peuvent

faire les avances nécessaires aux autres productions : M. Bruley est encore plus favorable aux avantages qu'on doit espérer de la cochenille ; mais le cercle des philadelphes est plus réservé, & il ne croit pas qu'on puisse encore prononcer.

Les tentatives que l'on fait méritent d'autant plus d'être suivies & d'être protégées, qu'elles ont pour objet une branche importante de commerce, & que l'industrie éclairée a de grands avantages sur l'intolence ignorante.

OBSERVATIONS SUR LE PLATINE ;

Par M. LAVOISIER.

J'AI déjà entretenu l'académie du travail dont je me suis occupé sur l'art de fondre le platine, de l'affiner, de le traiter, enfin de le rendre utile aux différens usages de la société.

Je me contenterai de rappeler ici en très-peu de mots ce que j'ai dit alors sur les principes qui servent de fondement à cet art.

Le platine, comme l'on fait, tel qu'on l'apporte en France, n'est point un métal pur, c'est un alliage de platine avec une autre substance

métallique qui paroît être du fer ; il y a donc deux objets à remplir pour traiter le platine , le premier de le fondre , le second d'en séparer le métal avec lequel il est allié.

On remplit très-bien ce double objet en dissolvant le platine dans l'eau régale , en le précipitant par le muriate d'ammoniaque ou sel ammoniac , & en opérant la réduction du précipité par le moyen d'un flux réductif composé de borax , de verre pilé & de charbon. Ce moyen a été indiqué par M. de Lisle.

Un second moyen très-pénible , mais qui a été cependant employé avec quelques succès par M. le baron de Sickengen , consiste à agglutiner par l'extrême violence du feu les grains dont le platine est composé , & à les souder ensuite ensemble en les forgeant à chaud à coups de marteau.

Un troisième moyen qui a été proposé par M. Baumé & qui réussit assez bien quand on peut disposer de grands fourneaux de verrerie ou de porcelaine , consiste à faciliter la fusion du platine par une légère addition de plomb ou de bismuth , & à le coupeller ensuite à un degré de feu très-élevé & très-long-tems continué.

Un quatrième moyen qui se rapproche du

précédent, consiste à faire fondre le platine par l'addition d'une substance métallique susceptible de s'évaporer, telle que l'arsenic, & à chasser ensuite ce métal par la violence du feu & sur-tout par sa longue continuité.

On parvient à abrégé ces opérations par l'emploi bien ménagé du nitre; la calcination & la volatilisation du métal se fait alors avec plus de facilité.

M. l'abbé Rochon a employé avec beaucoup de succès ce procédé pour la fabrication des miroirs de télescope & pour la préparation de divers ustensiles exécutés par M. Daumy.

On peut encore obtenir le platine dans un état, sinon de pureté absolue, au moins qui en approche beaucoup, en le fondant avec partie égale d'un métal susceptible d'être dissous par l'acide nitrique. On fait réduire en poudre fine, dans un mortier, l'alliage qu'on obtient & qui est très-cassant; on verse dessus de l'acide nitrique en quantité suffisante, & on fait chauffer. L'acide dissout le métal allié, & le platine se précipite dans l'état d'une poudre noire susceptible d'être fondue à grand feu. J'observerai qu'il ne m'a jamais été possible d'obtenir par ce moyen du platine parfaitement malléable.

Enfin, j'ai fait voir que le platine, lorsqu'il est allié à un métal volatil ou calcinable, est susceptible d'une espèce d'affinage analogue à celui que reçoit le fer dans les forges.

Mais ces différens procédés chimiques, qui n'ont encore été employés que sur de petites quantités de platine, & dont plusieurs même n'ont conduit qu'à des résultats imparfaits, ne prouvent pas autant sur la possibilité de traiter le platine en grand & de l'employer utilement dans les arts, que les deux pièces que je mets dans ce moment sous les yeux de l'académie; elles ont été fabriquées par M. Janetty, avec du platine qu'il a traité lui-même par un procédé qui lui est particulier, en sorte que le mérite de ce travail lui appartient en entier. C'est également lui qui avoit exécuté en platine, sous la direction de M. Chabano, un superbe nécessaire destiné pour le roi d'Espagne.

Ces pièces, & principalement le vase qui est sous les yeux de l'académie, prouvent qu'on peut fabriquer avec le platine des ustensiles de toute espèce; ce vase contient en effet des parties planées à froid, telles que le fond, & des parties soudées. Il n'est rien qu'on ne puisse exécuter avec la réunion de ces deux moyens.

Il ne dépend donc plus que du gouvernement espagnol , qui a dans sa possession les seules mines de platine que l'on connoisse , de nous faire jouir des avantages que ce métal inaltérable & préférable à l'or promet dans les différens usages des arts & de la société.

EAU ANTI-INCENDIAIRE.

R A P P O R T.

LES inventeurs d'un liquide anti-incendiaire s'étant adressés à M. le duc de Villequier pour avoir la permission d'en faire l'épreuve en présence du roi , il a pensé qu'avant de donner une sorte de publicité à cette découverte , il convenoit d'en constater la réalité , & il a écrit dans cet esprit , le 22 mars , à M. le marquis de Condorcet.

L'académie , pour remplir les vues de M. le duc de Villequier , nous a nommés , MM. le duc de la Rochefoucault , Cadet , Lavoisier & de Fourcroy , pour faire les expériences relatives à cet objet & pour lui en rendre compte,

Nous nous sommes transportés en conséquence le 29 mars dans une maison située au village de Courbevoye , près Paris.

On y avoit préparé , conformément à notre demande ,

1°. Deux futailles défoncées par un bout & enduites de goudron.

2°. Deux petits tas de bois ou bûchers composés de bûches refendues & de copeaux.

3°. Deux espèces de barraques en planches, non couvertes & ouvertes par les deux bouts, dont l'intérieur étoit enduit de goudron ; on avoit en outre mis des copeaux au pied des cloisons & au tiers à peu près de leur hauteur ; ces copeaux y étoient maintenus au moyen d'un fil de fer.

Nous avons demandé que tout fût ainsi préparé double , afin que nous pussions faire des expériences de comparaison avec la liqueur anti-incendiaire & avec l'eau simple.

On a commencé par mettre le feu à la première des deux cabanes au moyen des copeaux placés au pied des cloisons & répandus sur leur surface : elle a été bientôt complètement enflammée. Alors le sieur Didelot , qui s'étoit couvert le corps d'une espèce de redingotte & la tête d'une espèce de camail d'étoffe

trempée dans la liqueur anti-incendiaire, a traversé entre les deux cloisons enflammées, qui étoient à quatre pieds & demi ou cinq pieds de distance l'une de l'autre, sans avoir paru incommodé de la chaleur; mais comme le feu n'étoit pas dans ce moment d'une très-grande activité, cette expérience ne nous a rien présenté de fort extraordinaire.

Le sieur Didelot de retour, s'est muni d'une seringue de grandeur ordinaire, dont le canon, qui étoit d'étain, au lieu de se terminer en pointe, formoit une espèce d'empâtement percé de petits trous comme la tête d'un arrosoir; cette seringue étoit remplie de son eau anti-incendiaire. Mais au moment où il a voulu s'en servir, le goudron dont les planches étoient enduites, étoit déjà consummé, & le feu s'étoit éteint de lui-même, presque à la fois dans toute l'étendue de sa surface. Un coup de vent qui est survenu a facilité cette extinction instantanée; en sorte que le sieur Didelot n'a pas été dans le cas de faire usage de son eau anti-incendiaire. La flamme éteinte, les planches se sont trouvées légèrement charbonnées à leur surface.

Le résultat de cette expérience ayant été nul relativement à l'effet de l'eau anti-incendiaire;

on a mis le feu à la seconde cabane. Après être convenu que le sieur Didelot éteindroit un des côtés avec son eau anti-incendiaire, & que les commissaires essayeroient d'éteindre l'autre avec de l'eau simple ; soit que la couche de goudron fût plus épaisse dans cette seconde cabane que dans la première, soit que les circonstances se soient trouvées plus favorables à la combustion, la flamme a été plus vive, & la chaleur étoit si ardente, qu'il n'a pas été possible d'approcher dans le premier instant. Quand la chaleur a été un peu diminuée, le sieur Didelot a commencé à employer sa liqueur anti-incendiaire, & presque au même moment où il a seringué, la flamme s'est amortie, sans doute parce que c'étoit précisément l'instant où le goudron étoit consummé. Les commissaires s'en sont procuré sur le champ la preuve; car ayant de même saisi le moment favorable pour seringuer de l'eau pure de l'autre côté de la baraque, la flamme s'est amortie de la même manière, quoiqu'ils n'eussent pas employé plus d'eau que le sieur Didelot n'avoit employé de liqueur anti-incendiaire.

On a ensuite allumé les futailles enduites intérieurement de goudron, & quand on a jugé que le feu étoit parvenu à son plus haut degré d'activité,

d'activité, le sieur Didelot a seringué de sa liqueur dans l'une des deux futailles, & avec environ la moitié de ce que contenoit la seringue, la flamme a été éteinte. Les commissaires ayant opéré de la même manière dans l'autre futaille avec de l'eau simple, seulement en quantité un peu plus grande, ils ont produit le même effet.

Enfin, pour procéder à la dernière expérience, on a mis le feu aux deux petits bûchers. Lorsqu'ils ont été complètement allumés & pénétrés de toutes parts par la flamme, le sieur Didelot a fait agir sa seringue remplie de liqueur anti-incendiaire, & le feu a été, sinon éteint, au moins considérablement amorti; mais les commissaires ayant opéré de la même manière, avec une même quantité d'eau pure sur l'autre bûcher, ils ont produit exactement le même effet, & le feu a été éteint au même degré.

Il résulte de ces expériences, que le liquide anti-incendiaire du sieur Didelot n'a aucune propriété particulière, qu'il n'est pas sensiblement plus propre que l'eau à éteindre le feu dans les incendies; & d'après cela nous ne nous sommes occupés d'aucune recherche sur ce qui pouvoit entrer dans sa composition. Le sieur

Didelot nous ayant cependant offert de nous déposer son secret cacheté, nous n'avons pas cru devoir nous y refuser, & nous joignons ici le paquet scellé de son cachet. Nous avons trouvé un avantage à ne prendre aucune connoissance de son procédé, c'est celui de pouvoir ajouter ici quelques réflexions sur les liqueurs anti-incendiaires, réflexions que nous n'aurions peut-être pas pu nous permettre, si nous eussions été dépositaires de son secret.

Ce n'est pas d'aujourd'hui qu'on fait qu'un grand nombre de substances salines non-seulement sont éminemment incombustibles, mais qu'elles communiquent leur incombustibilité aux corps combustibles qui en sont pénétrés; on peut consulter à cet égard les mémoires de Stockholm, année 1740, ainsi qu'un mémoire de M. Fougeroux, publié parmi ceux de l'académie, année 1766, page 11. Ainsi, une bûche, une pièce de bois qui a séjourné dans une dissolution saline & qui en est pénétrée, n'est plus susceptible de brûler avec flamme; si on la met dans un brasier ardent, elle s'y réduit en charbon sans aucun signe d'inflammation. Mais il faut pour obtenir un effet sensible, que ces sels soient dissous dans l'eau dans une proportion assez forte, & c'est par

cette raison qu'on ne peut employer à cet usage que des sels à vil prix, tels que l'alun, l'alkali fixe, &c. quelque bon marché même que soient ces sels, on ne peut guère espérer qu'ils deviennent un moyen de secours public dans les incendies; il en faudroit des quantités énormes pour produire quelqu'effet, & l'embaras du transport, celui de l'emploi, la propriété qu'ils ont d'attaquer les cuirs des pompes & des tuyaux destinés à conduire l'eau, en rendroit l'usage presque impraticable dans un service public. S'il y avoit lieu de faire usage de substances anti-incendiaires, ce seroit plutôt comme préservatif que comme moyen d'éteindre le feu. On se rappelle qu'il y a quelques années, M. Cadet de Vaux fit voir à l'académie que des toiles & des feuilles de papier enduites d'un encolage de terre d'alun, n'étoient plus inflammables. M. de Montgolfier a employé avec succès le même moyen pour préserver de l'incendie les ballons qu'il a fait construire en toile. Il est surprenant qu'un moyen si simple, si peu dispendieux, qu'il n'est plus permis d'ignorer d'après la publicité que M. Cadet de Vaux y a donnée, qu'on assure même avoir été adopté dans les salles de spectacles de Vienne, ne soit point encore employé dans les nôtres. Quoi qu'il en

K ij

soit , comme la liqueur présentée par le sieur Didelot n'a pas produit plus d'effet que l'eau pure dans les expériences que nous venons de rapporter , qu'elle n'a pas la propriété d'éteindre le feu au degré de plusieurs autres dissolutions salines connues , nous concluons que les moyens qu'il propose ne méritent aucune attention

Fait à l'académie, le 5 avril 1786. *Signé* le
duc DE LA ROCHEFOUCAULT , LAVOISIER,
CADET & DE FOURCROY.



M É M O I R E

*Sur une Masse de Fer natif trouvé
dans l'Amérique méridionale ; .*

Par DOM MICHEL RUBIN DE CELIS :

Communiqué à la Société Royale de Londres
par M. JOSEPH BANCKS.

*Extrait de la première partie des Transactions
Philosophiques pour 1788 , par M. ADET.*

IL y a trente ans que les diverses nations sauvages qui habitent la province du grand Chaco gualamba en ont chassé les espagnols ; depuis cette époque , les contrées situées au sud de la rivière de Vermejo & à l'ouest de la grande rivière de Parana , sont en grande partie abandonnées. L'occupation du petit nombre d'indiens qui vivent dans la juridiction de Santiago del Estero , est de recueillir le miel & la cire qu'on trouve en grande abondance dans les bois. Ces indiens découvrirent dans le milieu d'une plaine fort étendue une masse

K iij

considérable de métal, qu'ils dirent être du fer. Le vice-roi du Pérou fut instruit de cette découverte, qui parut d'autant plus singulière, qu'on ne rencontre point de montagne de ce côté, & que dans une étendue de cent lieues de circonférence à peine trouve-t-on une pierre. Quelques particuliers, sans craindre les dangers de toute espèce qu'ils avoient à courir, & conduits par l'envie de s'enrichir, se transportèrent sur le lieu de la découverte pour avoir quelques portions de la masse métallique que les indiens avoient indiquée. Ils en transportèrent une partie à Lima & à Madrid ; & le seul fruit qu'ils retirèrent de leurs travaux, fut de savoir que le métal dont ils s'étoient chargés étoit du fer très-pur & très doux. Comme on assuroit que la veine de fer avoit plusieurs lieues d'étendue, d'autant plus qu'il n'y avoit que la crête de la masse ferrugineuse qui s'élevoit au-dessus de la surface de la terre, & qu'elle se trouva avoir, lorsqu'on eut fouillé la terre, trois verges du nord au sud, deux verges & demie de l'est à l'ouest, & environ un tiers de verge d'épaisseur, le vice-roi del Rio de la Plata envoya don Celis pour examiner avec soin cette masse métallique, & établir une colonie dans le voisinage, s'il jugeoit qu'on pût tirer quelque avan-

tage de son exploitation. Il partit bien accompagné de Rio Salado le 3 février 1783, & se dirigea dans sa marche E. $\frac{1}{4}$ N. E. Mais après des observations plus exactes, il vit qu'il auroit dû marcher dans une direction E. $\frac{1}{4}$ S. E. tous deux corrigés.

Il parcourut un espace de soixante-dix lieues avant que d'arriver à la mine, & ne rencontra toujours que d'agréables perspectives.

Ses observations lui donnèrent 27° 28' S. pour la latitude de la mine.

On ne voit aucune habitation dans le voisinage de la mine, à cause de la rareté de l'eau. Les indiens qui y vont chercher du miel dans un certain tems de l'année, ne boivent que de l'eau de pluie qui a séjourné dans des cavités naturelles.

Dom Celis arriva à un lieu nommé Otumpa le 15 février, où il trouva la masse de fer enfouie en grande partie dans de l'argile pure.

Sa surface extérieure étoit très-compacte; mais en enlevant quelques morceaux, il vit que son intérieur étoit plein de cavités, comme si la masse entière avoit été d'abord dans l'état liquide.

Dom Celis la fit couper avec des ciseaux; mais après avoir séparé vingt-cinq ou trente

K iv

morceaux, soixante-dix ciseaux qu'il avoit apportés étoient hors d'état de servir.

Il fit enlever la terre qui la couvroit , & il remarqua qu'au-dessous du niveau de la terre , la masse ferrugineuse étoit recouverte d'une couche d'oxide qui pouvoit avoir environ six pouces d'épaisseur. Notre auteur croit que cet oxide doit sa naissance à l'humidité de la terre , d'autant plus que la surface extérieure de la masse ferrugineuse n'étoit point couverte d'oxide.

Dom Celis ayant fait sauter avec de la poudre à canon la masse en deux endroits différens , examina la partie la plus profonde de la terre , & la trouva de même nature que celle qui étoit la plus superficielle , & que celle qu'on retira de deux trous qu'il fit creuser à cent pas de la masse métallique dans les directions E. & O.

Dom Celis ayant examiné quelle pouvoit être l'origine de cette masse métallique , vit qu'elle ne pouvoit avoir été produite dans l'endroit où on l'a rencontrée par aucune opération de la nature , & qu'elle n'avoit pu y être apportée par les hommes ; il présuma en conséquence qu'elle y avoit été lancée par une explosion volcanique.

Il fut porté à adopter cette opinion par diverses circonstances que nous ne rapporterons pas ici.

Il existe encore une autre masse ferrugineuse dans les immenses forêts de ce pays ; elle est figurée comme un arbre, & on a enlevé des portions à coups de ciseaux. Dom Celis présume que cette masse de fer doit aussi son origine à une explosion volcanique.

La masse de fer dont il a été question dans ce mémoire, peut peser 300 quintaux, d'après sa mesure cubique, & en lui donnant une pesanteur spécifique un peu plus grande que celle du fer.



M É M O I R E

*Sur les différens états des Cadavres trouvés
dans les fouilles du cimetière des Inno-
nocens en 1786 & 1787 ;*

Lu à l'Académie Royale des Sciences les 20
& 28 mai 1789 (a) ;

Par M. DE FOURCROY.

LA physique a partagé les soins de l'admini-
stration dans les travaux faits au cimetière des
Innocens. Elle étoit spécialement chargée du

(a) Ce mémoire n'est qu'une esquisse légère d'une
foule de phénomènes importans sur la décomposition
des corps qui ont été observés dans les fouilles de
l'ancien cimetière des Innocens, devenu aujourd'hui
une des plus belles places & un des plus beaux mar-
chés de la capitale. Ces phénomènes n'y sont indiqués
que d'une manière générale. M. Thouret, médecin,
qui a suivi ces fouilles avec un zèle & une ardeur in-
fatigable pendant deux ans, a recueilli un grand nom-
bre de faits qu'il doit publier dans un ouvrage parti-

soin de veiller à la santé des travailleurs. Occupée à remplir cet objet, son département s'est tout à coup agrandi par les faits nouveaux qui se sont présentés à son observation. Ces faits étoient de nature à étonner l'observateur & à enrichir la physique animale; ils ont donc dû être observés & suivis avec le zèle & l'activité qu'inspirent les découvertes. On ne pouvoit pas s'attendre, d'après le silence des physiciens qui nous avoient précédés dans quelques points de ces recherches, aux résultats singuliers que nous a offerts la décomposition spontanée des matières animales enfouies en masses dans la terre. On ne pouvoit pas prévoir ce que contiendrait un sol

culier. C'est dans cet ouvrage qu'on pourra puiser tous les détails & qu'on trouvera une description très-exacte de toutes les choses remarquables observées dans le sol de ce cimetière. M. de Fourcroy n'a destiné ce mémoire qu'à servir d'introduction à l'analyse chimique des diverses substances animales altérées, trouvées dans ces fouilles; il rappellera seulement ici que c'est à lui qu'est due la découverte de la substance savonneuse ammoniacale, dans laquelle un grand nombre de corps étoient convertis dans ce cimetière, ainsi que de la matière sébacco-cireuse & très-analogue au blanc de baleine, si abondamment contenue dans les corps abandonnés en masse à la destruction spontanée.

furchargé depuis plusieurs siècles de corps livrés à la putréfaction, quoiqu'on pressentît qu'un pareil sol devoit différer de celui des cimetières ordinaires où chaque corps a pour ainsi dire son terrain particulier, où la nature peut en séparer & en sépare en effet les élémens avec assez de facilité & de promptitude. Les calculs & les apperçus des physiciens sur les limites de l'entière destruction des corps, qui d'après quelques observations ne s'étendoient qu'à six ans au plus, n'étoient pas à la vérité applicables au sol d'un cimetière d'une grande ville, où plusieurs générations successives de ses habitans avoient été enfouies depuis plus de trois siècles; mais rien n'indiquoit que la décomposition entière des cadavres pût se prolonger au-delà de quarante années; rien ne faisoit soupçonner quelle singulière différence la nature présente-roit dans la destruction des corps enfouis en grande quantité dans des cavités souterraines, & dans celle des corps isolés au milieu de la terre; enfin, il étoit impossible de savoir ou plutôt de deviner ce que pouvoit être une couche de terre de plusieurs toises de profondeur, sans cesse exposée aux émanations putrides, saturée, pour ainsi dire, d'effluves animaux, & quelle influence une pareille terre

devoit avoir sur les nouveaux corps qu'on y plaçoit ; tel étoit le but de nos recherches, & telle fut en effet la source des découvertes qui donnèrent lieu à nos travaux.

Les restes des corps plongés dans cette terre ont été trouvés dans trois états différens, suivant l'époque à laquelle ils y avoient été renfermés, le lieu qu'ils y occupoient, & leur disposition relative les uns aux autres ; les plus anciens n'offroient que des portions d'ossements placés irrégulièrement dans le sol où ils avoient été plusieurs fois remués par les fouilles souvent nécessaires dans un cimetière aussi vaste ; il étoit difficile de connoître exactement l'époque de leur enfouissement, & nous n'avions d'autres recherches à faire sur ces os, que celles qui devoient constater leurs différences d'avec des os humains qui n'avoient point séjourné dans la terre. On verra dans les détails de nos recherches chimiques quelles étoient ces différences.

C'est particulièrement sur l'état des parties molles situées entre la peau & les os, en y comprenant les tégumens, que nous avons eu occasion d'observer deux différences générales qui ont fixé notre attention ; dans quelques corps qu'on trouvoit toujours isolés, la peau,

les muscles, les tendons & les aponévroses étoient desséchés, cassans, durs, d'une couleur plus ou moins grise & semblable à ce qu'on a appelé des momies dans quelques caveaux où l'on a observé ce changement, comme les catacombes de Rome & le caveau des cordeliers de Toulouse.

Le troisième & le plus singulier état de ces parties molles a été observé dans les corps qui remplissoient les fosses communes. On appelloit ainsi des cavités de 30 pieds de profondeur & de 20 de largeur dans leurs deux diamètres, que l'on creusoit dans le cimetière des Innocens, dans lesquelles on plaçoit par rangs très-serrés les corps des pauvres renfermés dans leurs bières. La nécessité d'en entasser un grand nombre, obligeoit les hommes chargés de cet emploi de placer les bières si près les unes des autres, qu'on peut se figurer ces fosses remplies comme un massif de cadavres séparés seulement par deux planches d'environ six lignes d'épaisseur : ces fosses contenoient chacune mille à 15 cens cadavres. Lorsqu'elles étoient pleines, on chargeoit la dernière couche des corps d'environ un pied de terre, & on creusoit une nouvelle fosse à quelque distance. Chaque fosse restoit environ trois ans ouverte, & il falloit

ce tems pour la remplir. Le nombre plus ou moins grand des morts comparé à l'étendue du cimetière rendoit nécessaire le creusement de ces fosses à des époques plus ou moins rapprochées ; c'étoit au plutôt après 15 ans , & au plus tard après 30 , qu'une fosse étoit faite dans le même lieu. L'expérience avoit appris aux fossoyeurs que ce tems ne suffisoit pas pour la destruction entière des corps ; elle leur avoit en même tems fait connoître l'altération dont nous voulons parler. La première fouille que nous fîmes faire dans une fosse fermée & remplie depuis 15 ans , nous montra ce changement des cadavres , connu depuis long - tems des fossoyeurs ; nous trouvâmes les bières conservées & un peu affaîlées les unes sur les autres ; le bois en étoit sain & seulement teint en jaune. En enlevant la couverture de plusieurs bières , nous vîmes les cadavres placés sur la planche du fond , laissant une distance assez grande entre leur surface & la planche de dessus , & tellement applatis , qu'ils sembloient avoir été soumis à une forte compression ; le linge qui les recouvroit étoit comme adhérent aux corps qui avec la forme des différentes régions , n'offroient plus en soulevant le linge que des masses irrégulières d'une matière molle ,

ductile, d'un gris blanc; ces masses environnoient les os de toutes parts; elles n'avoient point de solidité & se cassoient par une pression un peu brusque. L'aspect de cette matière, son tissu, sa mollesse, nous la fit d'abord comparer au fromage blanc ordinaire; la justesse de cette comparaison nous frappa, sur-tout par les empreintes ou aréoles que les fils tissus du linge avoient formées à sa surface. En touchant à cette substance blanche, elle cédoit sous le doigt & se ramollissoit en la frottant quelque tems.

Ces cadavres ainsi changés, ne répandoient point une odeur très - infecte; quand même l'exemple des fossoyeurs qui connoissoient depuis long - tems cette matière (à laquelle ils donnoient le nom de *gras*, assez bien mérité par son aspect, & qui n'éprouvoient aucune répugnance à la toucher) ne nous auroit pas rassurés, la nouveauté & la singularité de ce spectacle éloignoit de nous toute idée de dégoût & de crainte; nous mêmes donc tout le tems nécessaire pour connoître avec exactitude tous les détails relatifs à cette conversion des corps. Les réponses que les fossoyeurs firent à nos questions, nous apprirent que presque jamais ils ne trouvoient cette matière qu'ils appeloient *gras* dans des corps isolés ou enterrés seuls;

seuls ; que ce n'étoit que les cadavres accumulés dans les fosses communes qui étoient sujets à ce changement. Nous observâmes avec le plus grand soin beaucoup de corps passés à cet état ; nous reconnûmes d'abord que tous n'étoient point également avancés dans cette espèce de conversion ; plusieurs nous offrirent encore au milieu des masses blanches & grasses, des portions de muscles reconnoissables à leur tissu fibreux & à leur couleur, plus ou moins rouge. En examinant avec attention les cadavres entièrement convertis en matière grasse, nous vîmes que les masses qui recouvroient les os étoient par-tout de la même nature, c'est-à-dire, offrant indistinctement dans toutes les régions une substance grise, le plus souvent molle & ductile, quelquefois sèche, toujours facile à séparer en fragmens poreux, percés de cavités & n'offrant plus aucune trace des membranes, des muscles, des tendons, des vaisseaux, des nerfs ; on eût dit au premier aspect que ces masses blanches n'étoient que du tissu cellulaire dont elles représentoient très-bien les arêles & les vésicules ; aussi plusieurs de nous pensèrent-ils que le tissu muqueux étoit véritablement la base & le siège de cette matière singulière. On verra par la suite de nos

Tome V.

L

recherches ce qu'il faut penser de cette opinion.

En suivant cette matière blanche dans les différentes régions du corps, nous fûmes convaincus que le tissu de la peau éprouvoit partout cette altération remarquable ; nous reconnûmes ensuite que les parties ligamenteuses & tendineuses qui attachent & retiennent les os n'existoient plus, ou qu'au moins ayant perdu leur tissu & leur ténacité, elles laissoient les articulations sans attaches, sans soutien, & les os livrés à leur propre pesanteur ; de sorte qu'il n'existoit plus entr'eux qu'une juxtaposition sans réunion & sans adhérence ; aussi le moindre effort suffisoit-il pour les séparer, comme le savoient les fossoyeurs, qui, pour transporter ces corps & les enlever des fosses que nous voulions faire vider, les plioient & les rouloient sur eux-mêmes de la tête aux pieds, en écartant ainsi les extrémités des os autrefois articulées.

Une autre observation aussi importante que les premières & que nous avons faite constamment sur tous les corps changés en *gras*, c'est que la cavité abdominale n'existe plus. Les tégumens & les muscles de cette région, changés en matière *grasse* comme les autres parties

molles de ces corps, sont affaïffés & appuyés sur la colonne vertébrale, de sorte que le ventre est applati & qu'il ne reste plus de place pour les viscères; aussi ne trouve-t-on presque jamais de trace de ceux-ci dans le lieu presque effacé qu'occupoit autrefois la cavité abdominale. Cette observation nous étonna long-tems; en vain cherchions-nous dans le plus grand nombre des corps & le lieu & la substance de l'estomac, des intestins, de la vessie & même du foie, de la rate, des reins & de la matrice chez les femmes; tous ces viscères étoient fondus, & souvent il n'en restoit absolument aucune trace. Quelquefois seulement nous avons trouvé des masses irrégulières de la même nature que la matière grasse, de différens volumes, depuis celui d'une noix jusqu'à deux ou trois pouces de diamètre, dans les régions du foie ou de la rate.

La poitrine nous a offert des faits aussi singuliers & aussi intéressans. L'extérieur de cette cavité étoit applati & comprimé comme le reste des organes; les côtes luxées spontanément dans leurs articulations avec les vertèbres, étoient affaïffées & couchées sur la colonne dorsale; leur partie arquée ne laissoit entr'elles & les vertèbres qu'un petit espace de chaque côté,

L ij

bien différent des cavités thorachiques par l'étendue & par la forme ; on n'y retrouvoit point distinctement la plèvre, les médiastins, les gros vaisseaux, la trachée-artère, ni même les poumons & le cœur ; ces viscères étoient souvent entièrement fondus, & la plus grande partie avoit presque disparu, on ne voyoit à leur place que quelques grumeaux de matière blanche. Dans ce cas, cette matière qui est le produit de la décomposition de viscères chargés de sang & de diverses espèces d'humeurs, diffère de celle de la surface du corps & des os, longs en ce qu'elle a toujours une couleur, plus ou moins rouge ou brune. Quelquefois nous avons trouvé dans la poitrine une masse irrégulièrement arrondie, de même nature que les précédentes, & qui nous a paru appartenir à la graisse & au tissu fibreux du cœur ; nous avons pensé que cette masse qui n'existoit pas constamment dans tous les sujets, ne se rencontroit dans quelques-uns qu'en raison de la surabondance de graisse dont ce viscère étoit chargé ; car nous verrons par la suite que, toutes choses d'ailleurs égales, les parties grasses éprouvent plus manifestement cette conversion que les autres, & donnent une plus grande quantité de cette matière.

La région extérieure de la poitrine nous a présenté souvent dans les cadavres des femmes la masse glanduleuse & adipeuse des mamelles convertie en matière grasse très-blanche & très-homogène.

La tête étoit, comme nous l'avons déjà dit, environnée de matière grasse, la face n'étoit plus reconnoissable dans le plus grand nombre des sujets; la bouche désorganisée n'offroit plus de langue ni de palais; les mâchoires, luxées & plus ou moins écartées, étoient environnées de plaques irrégulières de *gras*. Quelques grumeaux de la même matière tenoient ordinairement la place des parties situées dans la bouche; les cartilages du nez participoient à l'altération générale de la peau; les orbites n'avoient plus, au lieu d'yeux, que quelques masses blanches; les oreilles étoient également désorganisées; le cuir chevelu, changé comme les autres organes, conservoit encore les cheveux; & nous ferons remarquer en passant que ces parties sont celles qui paroissent subsister le plus long-tems, & qui résistent davantage à toute altération. Le crâne renfermoit constamment le cerveau rapéussé, noirâtre à sa surface, & changé absolument comme les autres organes. Dans un grand nombre de sujets que

L iij

nous avons examinés soigneusement, nous n'avons jamais vu manquer ce viscère, & nous l'avons toujours trouvé dans l'état indiqué, ce qui démontre que la substance du cerveau a beaucoup de disposition pour se changer en matière *grasse*.

Après avoir décrit l'état des corps trouvés dans le cimetière des *Innocens*, nous devons encore faire connoître les diverses modifications que cette substance nous a présentées. Sa consistance n'étoit pas toujours absolument la même; dans les corps les plus nouvellement changés, c'est-à-dire, depuis trois jusqu'à cinq ans, cette matière est molle & très-ductile; elle contient une grande quantité d'eau & est très-légère; dans d'autres sujets convertis en *gras* depuis long-tems, tels que ceux qui occupoient les fosses remplies depuis trente à quarante ans, cette matière y est plus sèche & plus cassante, en plaques plus denses; nous en avons même observé plusieurs placés dans des terrains secs, dont quelques portions de la matière *grasse* étoient devenues demi-transparentes; l'aspect, le tissu grenu & la qualité cassante de cette matière ainsi desséchée, imitoient assez bien la cire.

L'époque de la formation de cette substance

influoit aussi sur sa nature ; en général toute celle qui paroissoit formée depuis long-tems , étoit blanche , égale dans tous ses points , & ne contenoit aucune matière étrangère , aucun reste de tissu fibreux ; telle étoit sur-tout celle qui appartenoit à la peau des extrémités. Au contraire dans les corps dont la conversion en *gras* n'étoit que récente , la matière grasse n'étoit pas aussi homogène ni aussi pure que la première ; on y trouvoit encore des portions de muscles , de tendons , de ligamens dont le tissu , quoique déjà altéré & changé dans sa couleur , étoit encore reconnoissable ; suivant que la conversion étoit plus ou moins avancée , ces restes de tissu étoient plus ou moins pénétrés de matière grasse , comme enchassée entre les interstices des fibres. Cette observation , sur laquelle il est important d'insister , annonce que ce n'est pas seulement la graisse qui se change en *matière grasse* , comme il étoit assez naturel de le penser à la première inspection. D'autres faits que nous avons déjà décrits & que nous devons rappeler ici , confirment cette assertion. Le tissu de la peau , que les anatomistes n'ont jamais regardée comme de la graisse , se convertit facilement en *gras* très-pur ; la matière du cerveau éprouve la même altération , donne

L i v

du *gras* très-pur, & n'est pas pour les anatomistes une substance analogue à la graisse. Il est vrai que, toutes choses égales d'ailleurs, les parties grasses & les cadavres chargés de graisse paroissent passer plus facilement & plus promptement à l'état qui nous occupe. C'est ainsi que nous avons trouvé la moëlle convertie entièrement en *gras* très-pur dans l'intérieur des os longs; nous avons même vu cette substance grasse passer de l'intérieur des os entre les lames osseuses & occuper toutes les cavités que ces lames laissoient entr'elles; mais s'il est démontré que la graisse se change facilement en *gras*, & contribue sensiblement à sa quantité dans les sujets qui en offrent une grande abondance, les faits déjà énoncés prouvent que d'autres parties que le tissu cellulaire & la graisse qu'il renferme peuvent éprouver cette conversion. Nous ajouterons ici deux observations propres à fixer encore plus les idées sur ce point. La première, c'est que dans le grand nombre de corps renfermés dans une des fosses communes que nous avons décrites, il est à présumer que la plupart avoient été émaciés par les maladies qui les avoient conduits au tombeau; & dans ces fosses, tous les corps étoient absolument tournés au *gras*; dans ce

cas, on ne peut pas dire que c'est la graisse qui a éprouvé cette altération. La seconde observation est appuyée sur un phénomène singulier que nous avons eu occasion d'observer, féu M. Poulletier de la Salle & moi.

M. Poulletier avoit suspendu dans son laboratoire un morceau de foie humain pour observer ce qu'il deviendroit par le contact de l'air. Il s'est en partie pourri sans exhaler cependant une odeur très-infecte; des larves de dermestes & de bruches l'ont attaqué & percé en plusieurs sens; enfin, il s'est desséché, & après plus de dix ans qu'il resta ainsi suspendu, il étoit devenu blanc, friable & assez semblable par l'aspect à un agaric desséché; on eût dit que ce n'étoit plus qu'une matière terreuse, il ne répandoit pas d'odeur sensible. M. Poulletier desiroit de savoir en quel état étoit cette matière animale; nous reconnûmes bientôt, par les expériences auxquelles nous la soumîmes, que cette matière n'étoit rien moins qu'une terre; elle se fondit à la chaleur & exhala en se réduisant en vapeur une odeur grasse très-fétide; l'esprit-de-vin en sépara une huile concrécible qui nous parut avoir toutes les propriétés du *blanc de baleine*; la potasse, la soude & l'ammoniaque la mirent à l'état sa-

vonneux ; en un mot , elle nous présenta toutes les propriétés du *gras* du cimetière des Innocens exposé plusieurs mois à l'air. Voilà donc un organe glanduleux qui a éprouvé au milieu de l'atmosphère un changement semblable à celui des corps du cimetière. Nous verrons par la suite comment cette observation remarquable de M. Poulletier peut éclairer sur la formation du gras ; il nous suffit de l'avoir cité ici pour faire voir qu'une substance animale qui n'est rien moins que de la graisse, se convertit toute entière en matière grasse.

Parmi les modifications que l'état des corps changés en gras nous a présentées, nous avons déjà distingué celui qui étoit sec , friable, cassant d'avec celui qui étoit mou, ductile. Nous devons ajouter à cette distinction, que le premier qui se trouvoit plus souvent dans les corps placés à la surface du terrain, ne différoit pas seulement du second par l'eau qu'il avoit perdue, comme nous le soupçonnions d'abord, mais qu'il avoit éprouvé de plus une nouvelle altération, & qu'un de ces principes s'étoit volatilisé de manière qu'il n'étoit plus tout-à-fait de la même nature que l'autre. Nous décrivons dans un autre mémoire l'état particulier de ce *gras* ainsi desséché, & nous y ferons connoître

la cause des changemens qu'il éprouve par le desséchement.

La matière grasse nous a présenté dans quelques sujets des surfaces brillantes de la couleur de l'or & de l'argent, on eût dit qu'une couche légère de mica étoit étendue sur ces surfaces; dans quelques-uns même cette propriété chatoyante avoit assez d'éclat pour mériter d'être conservée par le dessin & l'impression. On voyoit aussi dans plusieurs points de la matière grasse des couleurs rouges, orangées & incarnates fort brillantes; ces couleurs se sont sur-tout rencontrées aux environs des os qui en étoient eux-mêmes pénétrés.

Nous avons appris des fossoyeurs, qu'il faut à peu près trois ans de séjour dans la terre pour que les corps soient convertis en gras. Nous avons cherché à connoître par nos questions les changemens successifs qui arrivent aux corps avant qu'ils soient parvenus à cet état. Voici tout ce que nous avons pu recueillir sur cet objet.

Les corps enterrés ne changent sensiblement de couleur qu'au bout de sept à huit jours; c'est dans le bas-ventre que se passe la première scène de cette altération: l'observation anatomique avoit déjà appris que les parois de

cette cavité sont les parties des cadavres qui éprouvent les premiers changemens & qui sont le premier foyer de la puréfaction. Le même phénomène a lieu dans la terre. Le ventre se boursouffle & paroît être distendu par des fluides élastiques qui se dégagent dans son intérieur ; ce boursoufflement a lieu plus ou moins promptement , suivant que l'abdomen est plus ou moins gros & rempli de fluides , suivant la profondeur où les corps sont enfouis , & surtout suivant la température plus ou moins chaude de l'air. Ainsi , en réunissant toutes les circonstances favorables à ce premier degré de la décomposition putride , un corps très-gras dont le ventre est infiltré , enterré à peu de profondeur dans une saison chaude , offre ce boursoufflement du bas-ventre au bout de trois ou quatre jours ; tandis qu'un corps maigre desséché , profondément enfoui dans une saison froide , peut rester plusieurs semaines sans présenter d'altération sensible. Les fossoyeurs ont cru remarquer qu'un tems d'orage avoit une grande influence sur ce boursoufflement du ventre ; ils assurent que cet état de l'atmosphère favorise singulièrement cette dilatation. Suivant leur témoignage & leurs expressions , le ventre *bout* à l'approche des orages ;

cette distension du ventre va, suivant eux, en augmentant jusqu'à ce que les parois trop tendues & ayant d'ailleurs leur tissu relâché & ramolli par la putréfaction qui les attaque, cèdent à l'effort de cette raréfaction intérieure & se brisent avec une sorte d'explosion. Il paroît que c'est aux environs de l'anneau & quelquefois autour du nombril que se fait cette espèce d'éruption; il s'écoule alors par ces ouvertures un fluide sanieux, brunâtre, d'une odeur très-fétide, il se dégage en même-tems un fluide élastique très-méphitique & dont les fossoyeurs redoutent les dangereux effets. Une expérience multipliée & que la tradition a depuis long-tems confirmée parmi eux, leur a appris que ce n'est qu'à cette époque que les miasmes qui se dégagent des corps en décomposition les exposent à un véritable danger. Il est arrivé plusieurs fois dans des fouilles de cimetière que la pioche ayant ouvert ainsi le bas-ventre, le fluide élastique qui s'en est élevé a frappé subitement d'asphixie les ouvriers employés à ce travail; telle est la cause des malheurs arrivés dans les cimetières.

On conçoit que la même rupture du bas-ventre & le dégagement du gaz très-méphitique ayant lieu dans les caveaux comme dans la

terre , ce fluide élastique comprimé dans ces souterrains peut exposer à des accidens terribles les personnes qui y descendent imprudemment ; on conçoit d'après cela la cause de la mort des Balsagettes dans le caveau de Saulieu.

Nous aurions fort désiré connoître par des expériences la nature de ce gaz meurtrier ; mais l'occasion ne pouvoit pas se présenter à nous , puisque l'on n'enterroit plus depuis trois ans dans le cimetière des Innocens , & puisque les derniers cadavres qui y avoient été déposés en 1782 étoient bien au-delà du terme où se fait l'explosion septique du bas-ventre ; en vain nous avons engagé les fossoyeurs à nous procurer l'occasion d'examiner ce fluide élastique dans d'autres cimetières , ils se sont toujours refusés à nos instances , en assurant que ce n'est que par un hasard malheureux qu'ils trouvent dans la terre des cadavres dans ce dangereux état. L'odeur affreuse & l'activité vénéneuse de ce fluide élastique nous annoncent que s'il est mêlé , comme on ne peut en douter , des gaz hydrogène & azote tenant du soufre & du phosphore en dissolution , produits ordinaires & déjà connus de la putréfaction , il peut contenir encore une autre

vapeur délétère dont la nature a jusqu'à actuellement échappé aux physiciens, & dont l'énergie terrible sur la vie est malheureusement trop prouvée; peut-être est-ce encore à un autre ordre de corps, à un être plus divisé, plus fugace que ne le sont les bases des fluides élastiques connus, qu'il faut rapporter la matière qui constitue la nature de ce fluide dangereux. Quoi qu'il en soit, les hommes occupés au travail des cinetières reconnoissent tous qu'il n'y a de réellement dangereux pour eux que la vapeur qui se dégage du bas-ventre des cadavres, lorsque cette cavité se rompt, comme nous l'avons décrit. Ils ont encore observé que cette vapeur ne les frappe pas toujours d'asphixie; que s'ils sont éloignés du cadavre qui la répand, elle ne leur donne qu'un léger vertige, un sentiment de malaise & de défaillance, des nausées; ces accidens durent plusieurs heures; ils sont suivis de perte d'appétit, de foiblesse & de tremblement; tous ces effets annoncent un poison subtil qui ne se développe heureusement que dans une des premières époques de la décomposition des corps. Ne peut-on pas croire que c'est à ce miasme septique que sont dues les maladies auxquelles sont exposés les hommes qui ha-

bitent le voisinage des cimetières, des voieries & de tous les lieux en général où des matières animales amoncelées sont livrées à la décomposition spontanée? N'est-il pas permis de croire qu'un poison assez terrible pour tuer subitement les animaux, lorsqu'il s'échappe pur & concentré du foyer où il a pris naissance, reçu & délayé dans l'atmosphère, conserve assez de son activité pour produire sur les solides nerveux & sensibles des animaux une impression capable d'en assoupir l'action & d'en dérégler les mouvemens? Quand on a été témoin de la terreur que ce poison vapoureux inspire aux ouvriers des cimetières, quand on a observé sur un grand nombre de ces hommes la pâleur du visage & tous les symptômes qui annoncent l'action d'un poison lent, on doit penser qu'il seroit plus dangereux de nier entièrement l'effet de l'air des cimetières sur les habitans voisins, qu'il ne l'a été de multiplier & de grossir les plaintes comme on l'a fait, sur-tout depuis quelques années, en abusant des travaux & des découvertes de la physique sur l'air & les autres fluides élastiques.

Reprenons après cette digression nécessaire l'histoire de la destruction des corps. La distension & la rupture du bas-ventre ont également lieu

lieu & sur les corps entassés dans les fosses communes, & sur ceux qui sont enterrés en particulier ; mais les changemens qui succèdent à cette première époque de la décomposition spontanée sont, comme nous l'avons déjà annoncé, fort différens dans les uns & dans les autres. Les cadavres isolés entourés d'une grande quantité de terre humide, se détruisent en entier en éprouvant tous les degrés successifs de la putréfaction ordinaire ; cette destruction est alors d'autant plus prompte, que le cadavre est plus humide, que la saison chaude ou tempérée est elle-même accompagnée de cette humidité, premier principe de la putréfaction. Si les corps ainsi isolés sont secs & émaciés ; si la terre où on les place est sèche & aride ; si l'atmosphère est sans humidité ; enfin, si le soleil dardant ses rayons sur le terrain favorise & accélère l'évaporation, toutes ces circonstances réunies dessèchent les corps, en absorbent & en volatilisent les sucs, en rapprochent & en resserrent les solides, donnent, en un mot, naissance aux espèces de momies dont nous avons fait mention. Mais tout se passe autrement dans les fosses communes ; les corps amoncelés les uns sur les autres ne sont pas, comme les premiers, exposés au contact d'un

sol qui puisse en absorber l'humidité. Comme ils se recouvrent les uns les autres , l'évaporation due à l'atmosphère n'a point ou presque point d'influence sur eux ; en un mot , ils ne sont point exposés aux circonstances environnantes , & l'altération qu'ils éprouvent ne dépend que de leur propre substance. Nous ne devons point entreprendre ici de rechercher la cause chimique de leur conversion en gras ; cette recherche ne peut être convenablement faite , que lorsque nous aurons déterminé par nos expériences la nature de cette singulière matière ; notre objet étoit seulement de trouver la cause des changemens généraux qui ont lieu dans les viscères & dans les différentes parties organiques du corps.

Lorsque la rupture des parois du bas-ventre est faite , la putréfaction abdominale qui en est la cause a déjà désorganisé les viscères mous de cette cavité ; l'estomac & les intestins ne forment plus un tube membraneux continu. Brisés en plusieurs points & déjà fondus en sérosités putrides , les portions de membranes qui restent encore tombent & s'affaissent sur elles mêmes : bientôt la putréfaction qui s'y est établie & dont la marche devient de plus en plus rapide , en détruit & en désorganise

tout-à-fait le tissu ; il n'en reste donc , quelque tems après la rupture du bas-ventre , que quelques fragmens qui s'appliquent & se confondent avec les parois même de cette cavité. Le parenchyme du foie , plus solide , paroît résister à cette fonte septique ; la putréfaction s'y ralentit & ne va point jusqu'à la destruction complète ; l'humidité n'y est plus assez abondante pour en faciliter la décomposition totale ; & telle est sans doute la cause de ces fragmens de *gras* que l'on trouve à la place de tous les viscères du bas-ventre.

On conçoit facilement qu'un mouvement putride excité dans les parties molles & humides de la cavité abdominale ne peut en altérer la nature & en briser le tissu sans porter une pareille atteinte sur les fibres du diaphragme , qui fait la paroi ou la voûte supérieure de cette cavité ; ce muscle doit donc être désorganisé , sur-tout dans les parties qui communiquent immédiatement avec les cellules muqueuses du bas-ventre. Ainsi , tandis que la fonte putride s'opère dans celui-ci , il s'en établit une pareille le long de l'œsophage , & des cellules muqueuses qui remplissent le médiastin postérieur. Il résulte de cette fonte une destruction plus ou moins complète des vais-

M ij

seaux, des membranes & de toutes les parties molles contenues dans la cavité thorachique ; tout annonce que cette déforganisation des viscères de la poitrine se fait en même-tems que celle des viscères abdominaux, ou au moins très-peu de tems après. La rupture des fibres du diaphragme paroît accompagner ou suivre immédiatement celle des parois du ventre ; à mesure que les liquides du thorax s'épuisent, les portions solides du cœur & des poumons éprouvent la même altération que la base de tous les autres organes ; mais comme le tissu pulmonaire est très-lâche & contient beaucoup de succs, les parois des cellules qui le constituent s'affaissent & se compriment, de sorte que sa forme se perd bientôt, & qu'il ne reste plus de la substance que quelques masses irrégulières de *gras*. Quoique les cavités du cœur donnent aussi lieu à l'affaissement de ses parois musculaires ; celles-ci étant d'un tissu plus dense, perdent moins de leur forme générale, & donnent par leur conversion en *gras*, naissance à ces masses irrégulièrement arrondies que nous avons trouvées dans la cavité thorachique.

Le même affaissement, la même déforganisation ayant lieu avec plus ou moins d'énergie

dans toutes les parties musculaires, tendineuses & ligamenteuses qui environnent les os, suivant leur mollesse & la quantité de fucs dont ils sont pénétrés, la conversion en *gras* s'opère successivement dans toutes ces parties ; tout ce qui est membraneux & plus ou moins muqueux se détruit & disparoît ; c'est pour cela qu'on ne trouve plus de trace de vaisseaux, de nerfs, d'aponévrose au milieu des masses de *gras* qui recouvrent les os des extrémités : il paroît que ce n'est que la base des fibres charnues qui se dénature & qui passe au *gras*.

Notre curiosité auroit été assez excitée par ces premières observations, pour nous porter à faire quelques recherches dans d'autres cimetières. Quelques-uns de ceux où l'on enterre le plus de corps dans des espèces de fosses communes nous ont présenté la même altération. Nous avons trouvé du *gras* dans un assez grand nombre de cimetières pour déterminer, comme nous le desirions, que la formation de cette singulière matière n'appartenoit point exclusivement au sol où nous l'avions observée la première fois, & qu'elle a lieu dans la terre toutes les fois que les cadavres y sont déposés en masses & les uns à côté des autres ; toutes les fois que moins exposés à l'action des cir-

M iij

confiances extérieures & des agens environnans, ils sont livrés à la seule réaction de leurs principes les uns sur les autres.

Nos visites d'un assez grand nombre de cimetières de Paris nous ont encore fait voir que le dessèchement des cadavres & leur changement en espèces de momies semblables à celles dont nous avons déjà fait mention, & que l'on trouve dans les catacombes de Rome & dans les caveaux de Toulouse, se rencontrent dans un grand nombre de terrains, & sont beaucoup plus communes qu'on ne l'a pensé, même depuis que l'instruction plus répandue a fait disparaître les impostures de la superstition, qui montrait autrefois au peuple cette conservation des corps comme un objet digne de ses hommages.

Le grand nombre de corps changés en *gras* depuis des époques déjà fort anciennes, dans des fosses communes fermées quarante ans avant notre observation, nous annonçoit qu'une fois parvenus dans cet état, les cadavres pouvoient se conserver long-tems sans destruction; mais il falloit bien que la nature eût des moyens pour décomposer cette nouvelle substance & la réduire à ses élémens. Nous n'avons pu trouver aucun renseignement positif sur ce que de-

viennent les corps une fois changés en *gras* ; les fossoyeurs les plus exercés & les plus vieux ne nous ont rien appris sur ce point ; ce sera donc un des objets à déterminer pour ceux qui nous suivront dans ces recherches : cependant , quelques faits semblent nous autoriser à croire que nous avons trouvé un des procédés dont la nature se sert pour détacher cette substance des os qu'elle enveloppe & pour réduire les corps à l'état de squelette. Dans plusieurs fosses communes que nous avons fait creuser , nous avons trouvé quelques bières dérangées de leur position horizontale par l'éboulement des terres : dans plusieurs de ces bières placées obliquement , nous avons vu la portion inférieure des corps réduite à l'état de squelette , tandis que la partie supérieure présentait les masses de *gras* ordinaires dans tous ces corps ; il étoit aisé de juger par l'inspection qu'une cause dissolvante avoit agi sur le bas de ces cadavres sans porter son action sur les parties élevées. Cette cause ne fut pas difficile à reconnoître. Nous trouvâmes dans la partie inférieure de ces bières un fluide brun & fétide ; la terre des environs étoit humide & pénétrée des mêmes miasmes que l'eau des bières ; celles-ci d'ailleurs ne se trouvoient qu'au

M iv

bas des fosses, & en général tous les cadavres qui occupoient cette région avoient la matière grasse la plus molle, la plus altérée & la moins abondante. On reconnoît à ces indices l'action de l'eau des pluies; en se filtrant à travers une terre perméable, elle se rassemble dans le fond des fosses, elle baigne la partie des cadavres qui y sont situés, elle dissout la matière grasse qui y plonge; car on verra par nos expériences que cette matière se délaie & se dissout facilement dans l'eau. Les fossoyeurs ont remarqué qu'après de longues & fortes pluies le dessus des fosses ou le sol qui les recouvre se creuse & s'abaisse de quelques pouces. On voit dans cette observation la preuve d'une diminution dans la masse des corps dont la matière soluble est peu à peu enlevée par l'eau & distribuée en molécules plus tenues dans la terre qui les environne, & dans laquelle nous avons trouvé, comme nous le dirons par la suite, les élémens de cette substance.

Telle est la succession progressive des phénomènes naturels que nous avons pu observer dans les changemens qu'éprouvent les corps enfouis dans la terre; ces phénomènes appartiennent à un ordre de choses qui n'ont été ni connues, ni décrites jusqu'ici: tout nous man-

quoit, pour ainsi dire, jusqu'aux mots propres à exprimer nos idées. On ne fera donc point étonné que nous ne regardions les détails précédens que comme l'esquisse imparfaite d'un grand tableau dont les derniers traits ne seront dûs qu'aux efforts de la postérité. Il faudroit vivre long-tems au milieu des tombeaux, il faudroit se dévouer à suivre long-tems les fouilles sans cesse renouvelées des cimetières, il faudroit enfin une succession non interrompue, pendant un siècle, d'hommes également infatigables par les plus pénibles comme les plus tristes recherches, pour connoître & décrire dans toutes ses époques la destruction lente des cadavres au sein de la terre.

Nous avons cru devoir consigner dans les fastes des sciences utiles, les faits qu'une occasion heureuse pour la physique médicale nous a permis de recueillir. Il ne manque plus à ce que nous en avons exposé dans ce premier mémoire, que de faire connoître la nature particulière du *gras*, des corps desséchés en momies, des os qui ont séjourné long-tems dans la terre ou dans l'air, & celle de la terre presqu'animalisée & chargée depuis plusieurs siècles des principes dissous ou volatilifés des cadavres humains. Tels sont les objets qui seront traités dans un second mémoire.

A N A L Y S E
D'UNE PIERRE
RETIRÉE DE LA VÉSICULE DU FIEL;

Par M. le Professeur GREN.

*Extrait de l'Addition aux Annales de Chimie
de CRELL, de la première demi-année de
1789.*

LA pierre retirée de la vésicule du fiel pèsait, 1°. 6g. ; sa pesanteur spécifique étoit de 0,803. Elle étoit jaune, douce au toucher, quelques cristaux couvroient sa surface, son intérieur paroissoit formé d'une suite de lames appliquées les unes à côté des autres, représentant une cristallisation divergente partant du centre, qui avoit l'apparence d'un noyau.

M. le professeur Gren a analysé cette pierre par l'eau distillée, les acides sulfurique & nitrique, les carbonates alcalins, l'alcool, les huiles & le feu.

La pierre de fiel réduite en poudre n'a rien perdu de son poids après trois jours de digestion dans l'eau distillée ; cette eau cependant, quoique sans saveur, rougissoit la teinture de tournesol & troubloit l'eau de chaux, & ne formoit point de précipité avec le sulfate barytique.

De l'acide sulfurique concentré, versé sur 10 grains de cette pierre réduite en poudre, a excité de la chaleur ; il s'est dégagé de l'acide sulfureux ; cette poudre a pris une couleur brune, & s'est réunie en une masse qui furnageoit à la surface. Après trois jours de digestion, la substance est devenue noire, grumeleuse, une portion étoit précipitée & l'autre furnageoit. De l'eau distillée versée sur ce mélange, a fait disparoître la couleur noire ; la masse est devenue légère, grise & à peu près semblable à du lait caillé.

Le coagulum lavé dans plusieurs eaux pour en enlever l'acide, pesoit 8 grains $\frac{1}{2}$ après avoir été séché.

10 grains de la pierre de fiel réduite en poudre, digérés dans de l'acide nitrique concentré, a fait dégager une grande quantité de gaz nitreux ; un peu d'huile jaunâtre a paru se rassembler à la surface de l'acide. Au bout

de quelques jours de digestion, il est resté une substance grumeleuse jaunâtre qui pesoit 8 grains après avoir été lavée & séchée.

Les carbonates de potasse & d'ammoniaque n'ont point eu d'action sur cette pierre; elle s'est seulement écaillée dans ce dernier.

L'alcool n'a point dissous de cette pierre même en chauffant le mélange, seulement il en a séparé des petits cristaux brillans qui étoient suspendus dans le liquide.

L'huile de térébenthine a dissous toute la pierre, même sans chaleur. L'huile d'amande douce & l'éther vitriolique agirent aussi dessus. Ces huiles prirent une teinte jaune par cette dissolution.

Un morceau de pierre de fiel exposé à l'action de la flamme, y brûla en répandant une odeur de cire & s'y réduisit en charbon.

30 grains de cette pierre soumis à l'action du feu dans une cornue de verre, ont produit une grande quantité de gaz acide carbonique & hydrogène carboné. Il passa dans le récipient une liqueur jaune, visqueuse, & de l'huile brune qui sentoit une mauvaise odeur; le charbon restant pesoit 3 grains.

La liqueur obtenue avoit une odeur d'ammoniaque, rougissoit la teinture de tournesol,

troubloit l'eau de chaux & ne faisoit point effervescence avec les acides.

Le charbon brûlé a laissé un peu de terre blanche soluble dans l'acide nitrique, & précipitable par l'acide oxalique.

De toutes ces expériences, M. Gren conclut que la pierre du fiel est composée de 85 parties de matière cirreuse & de 15 parties de limphe.

Remarques de M. Hassenfratz.

Dans l'addition que M. Bergman a mise à l'analyse des bezoards de Schéele, ce savant n'a point établi de distinction entre la pierre de la vessie & celle des reins.

M. de Fourcroy a donné, dans le troisième volume de nos Annales, page 242, une analyse des calculs biliaires qu'il divise en deux espèces; la première ne contient qu' $\frac{1}{16}$ de cette substance cirreuse, & la seconde est tout-à-fait semblable à la pierre dont M. Gren vient de nous donner l'analyse. M. de Fourcroy conclut, d'après ses expériences, que cette concretion est formée d'une matière analogue au blanc de baleine.

Ces deux analyses diffèrent cependant en ce

que M. Gren prétend que son calcul n'étoit point dissoluble dans l'alcool ; tandis que M. de Fourcroy s'est assuré que le sien s'y dissolvoit entièrement lorsque l'alcool étoit chaud, mais qu'il se précipitoit par le refroidissement.



SECONDMÉMOIRE

SUR

LE CALORIQUE;

Par M. SEGUIN.

Fautes essentielles à corriger dans le premier Mémoire sur le calorique, imprimé dans le troisième volume des Annales.

PAGE 148, ligne 4, Crawford, lisez, Crawford.
Même page, lig. 16, capacité des corps pour contenir le calorique, lisez. capacité des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules.

Pag. 149, lig. 2, qui le produit, lisez. qui la produit.

Pag. 151, supprimez en entier l'article 3, & substituez-y celui-ci : Lorsqu'on veut élever du même nombre de degrés la température de deux corps hétérogènes égaux soit en masse, soit en volume, il faut très-souvent leur communiquer d'inégales quantités de calorique. Nous expliquerons par la suite d'où proviennent ces différences ; nous devons, quant à présent, nous contenter de les désigner, & pour y parvenir, nous nous

servirons de l'expression *capacités des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules*. Si, par exemple, deux corps égaux soit en masse, soit en volume, ont une *température* de 10 degrés, & s'il faut pour les enlever à une *température* de 40 degrés (pourvu toutefois qu'à cette *température* ces corps ne commencent point encore à se liquéfier ou se vaporiser) communiquer à l'un deux fois plus de *calorique* qu'à l'autre, nous dirons que la *capacité* du premier est à celle du second depuis le 10^e degré du thermomètre jusqu'au 40^e, comme 2 : 1. (a) (Cette lettre indicative renverra à la note de la page 153.)

Pag. 152, *supprimez en entier l'article quatrième, & substituez-y celui-ci* : Deux corps égaux, soit en masse, soit en volume, & réduits à la même *température*, peuvent contenir d'inégales quantités de *calorique*. Nous verrons par la suite d'où dépendent ces différences; nous devons, quant à présent, nous contenter de les désigner, & pour y parvenir, nous nous servirons de l'expression *calorique spécifique*, ou *quantité spécifique de calorique*. Je dirai donc que le *calorique spécifique* d'un corps est à celui d'un autre corps égal, soit en masse, soit en volume, & réduit à la même *température*, comme tel nombre est à tel autre nombre, (a) (Cette lettre indicative renverra à la note de la page 151.)

Pag. 153, *supprimez les cinq premières lignes de la note, & substituez-y celles-ci* : Le docteur Crawford nomme ces différences *capacité des corps pour contenir la chaleur*; mais, suivant la nouvelle Nomenclature, cette expression n'est point exacte : en effet,

un

un corps ne contient point de *chaleur*, mais le principe qui par son action sur nos organes produit cette sensation. *Le restant de la note doit se lire immédiatement à la suite de la note de la page 151.*

Pag. 154, supprimez en entier l'article cinquième, & substituez-y celui-ci : Il résulte des trois énoncés précédens, que les expressions température, capacité & calorique spécifique sont des dénominations particulièrement affectées à des nombres abstraits qui peuvent servir à établir des rapports & conséquemment à fixer des mesures comparatives. La température d'un corps est une mesure qui nous indique que son calorique interposé est plus ou moins comprimé que celui d'un autre corps.

La capacité est une mesure qui nous indique la quantité de calorique qu'il faut communiquer à un corps, pour élever sa température d'un certain nombre de degrés, comparativement à celle qu'il faut communiquer à un autre corps égal en masse ou en volume, pour élever sa température du même nombre de degrés (pourvu cependant que ces corps ne changent pas d'état pendant cette augmentation de température, c'est-à-dire, que si ce sont des solides, ils ne se liquéfient pas, & si ce sont des liquides, qu'ils ne se vaporisent pas).

Le calorique spécifique est une mesure qui indique la quantité totale de calorique que contient un corps dont la température est déterminée comparativement à celle que contient un autre corps égal, soit en masse, soit en volume, & réduit à la même température.

Pag. 154, lig. 23, capacité pour contenir le calo-

Tome V.

N

rique, *lis. capacité d'un corps pour admettre le calorique entre ses molécules.*

Même page, lig. 25, que ces capacités, lis. que les capacités.

Pag. 155, lig. 11, de calorique qu'il contient, lis. de son calorique interposé.

Même page, lig. 20, mettez un point après ces mots, qu'ils ne changent pas d'état.

Pag. 157, lig. 1, nombre qu'il faut leur ajouter pour les élever au plus haut degré de chaleur, lis. nombre de degrés qu'il faut leur ajouter pour les porter à la plus haute température.

Même page, supprimez en entier l'article septième & substituez-y celui-ci : On mesure la chaleur par l'intensité de la sensation qu'elle produit, & la température par la dilatation des liquides dont on se sert pour construire le thermomètre. Quant aux capacités, il existe deux moyens de les déterminer ; le premier consiste à mêler ensemble des poids ou des volumes égaux de substances hétérogènes dont les températures sont différentes, & à observer la température du mélange ; les capacités sont alors en raison inverse des changemens de température. Le second consiste à échauffer les corps, à les renfermer ensuite dans une enveloppe de glace, & à rassembler la quantité d'eau formée ; les capacités sont alors en raison directe des quantités de glace fondue. Nous verrons par la suite quelle est la meilleure de ces deux méthodes.

Même pag. lig. 25, lorsqu'on veut déterminer le calorique spécifique de différens corps, lis. lorsqu'on veut déterminer les capacités de différens corps.

Pag. 158 , lig. 8 , calculé les quantités spécifiques de calorique , lis. calculé les capacités.

Même page , supprimez en entier l'article neuvième , & substituez-y celui-ci : Les changemens produits dans la température de différens corps par d'égales quantités de calorique , sont en raison inverse de leur capacité ; la température d'un corps peut varier ou par un changement dans sa nature , ou par une augmentation ou diminution de son calorique interposé.

Pag. 160 , lig. 4 , donc de 32 degrés , lis. donc de — 32 degrés.

Pag. 162 , lig. 16 , supprimez la virgule qui est après l'article les , & mettez - en une après l'adjectif chaude.

Même pag. lig. 22 , véritable température , lis. température du mélange.

Même pag. lig. 25 , de calorique communiquées , lis. de calorique communiqué.

Pag. 163 , lig. 1 , calorique communiquées , lis. calorique communiqué.

Même pag. supprimez en entier les 26 dernières lignes , & substituez-y celles-ci : Si l'on se sert du mot chaleur pour exprimer la sensation , on ne peut pas dire que le thermomètre est une mesure exacte de la chaleur , car un morceau de marbre nous paroît plus froid qu'un morceau de bois , quoique ces deux substances aient la même température ; ces différences dépendent , ainsi que nous le verrons ci-après , des capacités. Si l'on se sert du mot chaleur comme synonyme du mot calorique , cet énoncé est également inadmissible ; car le thermomètre ne peut indiquer ni

le *calorique combiné*, ni le *calorique interposé* (il faudroit pour cela que les *capacités* fussent permanentes, tant que les corps ne changent pas d'état), ni conséquemment le *calorique spécifique*. Nous pouvons donc avancer que le thermomètre ne peut nous servir à mesurer que les quantités comparatives de *calorique* que des corps différens communiquent à une même substance prise pour unité lorsqu'on la mêle séparément avec chacun de ces corps, en ayant soin que dans chaque expérience il y ait le même espace entre les degrés qui déterminent la *température* de la substance qui sert de terme de comparaison & celle du corps qu'on veut y mêler, pourvu toutefois que pendant le mélange les molécules ne communiquent point ou n'absorbent pas de *calorique*.

Cette dernière conséquence ne peut d'ailleurs être rigoureusement vraie qu'autant, 1°. que les *capacités* des corps sont permanentes, tant qu'ils ne changent pas d'état; 2°. que les dilatations du mercure sont proportionnelles aux quantités de *calorique* qu'on lui communique.

Pag. 165, lig. 9, *supprimez cette dernière phrase*, quant à la propriété qu'on lui attribue de mesurer exactement la *chaleur*, il n'en peut jouir de même que dans ce court espace.

Même pag. lig. 14, les *capacités des corps pour contenir le calorique*, lisez. les *capacités des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules*.

Même pag. lig. 20, qui l'élève d'un certain nombre de degrés, mesurée, lisez. qui élève sa *température* d'un certain nombre de degrés, mesuré.

Pag. 166, lig. 18, de la congellation, lis. de sa congellation.

Pag. 167, lig. première, sont égales entr'elles; & donc les dilatations du mercure sont proportionnelles aux quantités de calorique communiquées, lis. sont égales entr'elles; si donc les dilatations du mercure sont proportionnelles aux quantités de calorique qui lui sont communiquées.

Pag. 170, lig. 14, une livre de même liquide à 61,22 degrés, lis. une livre du même liquide à 62,22 degrés. }

Pag. 171, lig. 6, de calorique dégagé, lis. de calorique qui est dégagé.

Pag. 172, lig. 4, a aussi prononcé, lis. a aussi prouvé.

Même pag. lig. 16, s'est vaporisé, lis. se vaporise.

Même pag. lig. 19, dégagée, lis. dégagé.

Même pag. lig. 20, supprimez le mot augmente.

Même pag. lig. 21, supprimez la virgule qui est après l'adjectif déterminée.

Même pag. lig. 24, mettez une virgule après ces mots, que l'eau.

Pag. 173, lig. 15, de son eau, lis. de l'eau.

Même page, lig. 2, absorbée ou dégagée, lis. absorbé ou dégagé.

Même pag. supprimez les six dernières lignes, & substituez-y celles-ci : Dans les changemens causés par la chaleur à l'état d'un système de corps, il y a toujours absorption de chaleur; en sorte que l'état qui succède immédiatement à un autre par une addition suffisante de chaleur, absorbe cette chaleur

sans que le degré de température du système augmente.

Pag. 176, lig. 16, le docteur Crawford indique le moyen pour déterminer, lis. le docteur Crawford observe qu'on peut déterminer.

Pag. 180, lig. 16, de deux degrés, lis. de — 2 degrés.

Pag. 183, lig. 2, entre les deux, lis. entre ces deux.

Pag. 186, lig. 21, aucun, lis. aucune.

Pag. 188, lig. 14, je vois donc, lis. je crois donc.

Même pag. lig. 15, nécessaire, lis. nécessaire.

Pag. 192, lig. 17, ces molécules, lis. les molécules.

Pag. 193, lig. 27, ces molécules, lis. les molécules.

Pag. 194, lig. 21, nouveau, lis. nouveau.

Même pag. lig. 27, des liquides, lis. du liquide.

Pag. 200, lig. 16, les capacités dépendent donc des attractions des molécules homogènes, & les forces qu'il faut employer pour les égaliser, désignent les capacités, lis. les capacités dépendent donc & de la dilatation, & du nombre des molécules, & de leur grosseur, & de leur augmentation de volume.

Pag. 208, lig. 16, un simple composé, lis. un composé.

Pag. 213, lig. 10, question, lis. pression.

Pag. 214, lig. 15, dans le sort, lis. dans l'état.

Pag. 217, lig. 28, l'oxygène, parce qu'on, lis. l'oxygène & l'hydrogène, parce qu'on.

Pag. 222 , *lig.* 8 , inverse , *lis.* en vertu.

Même pag. *lig.* 15 , c'est-à-dire , la formation , *lis.* c'est-à-dire , à la formation.

Pag. 223 , *lig.* 1 , clarté , *lis.* chaleur.

Pag. 230 , *lig.* 4 , 3°. que le *calorique spécifique* est en raison inverse des changemens produits dans la *température* des corps , lorsqu'étant égaux en poids on les mêle à différens degrés , *lis.* 3°. que le *calorique* ne se combine dans aucune circonstance avec les molécules des corps , & conséquemment que l'absorption ou la communication de *calorique* pendant les changemens d'état provient seulement d'un changement de *ca.* *acidé* ; 4°. & que par une conséquence qui dérive des précédens énoncés , le *calorique spécifique* est proportionnel aux *capacités*. Reprenons ces énoncés.

Même pag. supprimez les trois dernières lignes & les huit premières de la page suivante , & substituez-y celles-ci : 2°. *La capacité d'un corps est permanente à toutes les températures , tant qu'il ne change pas d'état ; le calorique ne se combine pas avec les molécules , & le calorique spécifique est proportionnel aux capacités ; il est donc nécessaire pour que , &c.*

Pag. 241 , *lig.* 15 , les , *lis.* ces.

Même pag. *lig.* 19 , de ces , *lis.* des.

Même pag. *lig.* 27 , des théories , *lis.* des théories qui ont été proposées.

OBSERVATION PRÉLIMINAIRE.

C O M M E depuis la publication de mon premier mémoire je me suis aperçu que l'expression *capacité des corps pour contenir le calorique* présente naturellement une idée différente de celle que j'ai voulu exprimer, j'ai cru nécessaire d'y substituer l'expression *capacité des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules*. Cette nouvelle dénomination aura le double avantage d'être plus exacte & de faciliter l'intelligence des recherches sur le *calorique*; je prie en conséquence de vouloir bien substituer, par-tout où je pourrois m'en être servi, l'expression *capacité des corps pour admettre le calorique entre leurs molécules*, à celle de *capacité des corps pour contenir le calorique*. Je n'ai point besoin d'observer qu'en rencontrant le mot *capacité*, on doit toujours se rappeler que l'explication *pour admettre le calorique entre leurs molécules* est sous-entendue.

S E C O N D E P A R T I E.

OBSERVATIONS SUR LES MÉTHODES INDIQUÉES
ET SUR LES EXPÉRIENCES FAITES POUR DÉ-
TERMINER, 1°. LE ZÉRO RÉEL; 2°. LA
CAPACITÉ DE DIFFÉRENS CORPS, ET PAR-
TICULIÈREMENT DE LA VAPEUR AQUEUSE;
3°. LA VÉRITABLE CAUSE DE LA CHALEUR
ANIMALE;

ET CONSÉQUENCES QU'ON PEUT DÉDUIRE
DE CES DIVERS RÉSULTATS.

C H A P I T R E P R E M I E R.

*Observations sur les Méthodes employées pour
déterminer les capacités des solides & des
liquides, & sur les Moyens de corriger &
d'éviter en partie les erreurs dont celle du
docteur CRAWFORD est susceptible.*

Nous avons vu dans la première partie
qu'en se servant des mélanges pour la déter-
mination des *capacités*, il est absolument né-
cessaire de corriger & d'éviter autant qu'il est

possible les sources d'erreurs qui peuvent faire varier les résultats ; je crois donc devoir présenter les précautions qu'il faut prendre & les corrections qu'il faut faire lorsqu'on se sert de cette méthode.

1°. Après avoir bien mêlé la substance dont on veut déterminer la *capacité* avec celle qui sert de terme de comparaison , il faut assez ordinairement une minute pour que la *température* du mélange devienne uniforme ; il est donc nécessaire de calculer la quantité de *calorique* que le mélange communique pendant ce tems à l'atmosphère.

Lorsqu'un corps dont la *température* est beaucoup plus élevée que celle du milieu environnant se refroidit promptement , les quantités de *calorique* qu'il lui communique dans des momens successifs sont à peu près en progression géométrique. Lorsqu'au contraire la *température* n'est pas beaucoup plus élevée que celle du milieu environnant & qu'il se refroidit lentement , les quantités de *calorique* communiqué dans des momens successifs sont si sensiblement égales , que les thermomètres les plus exacts ne peuvent indiquer les différences.

Dans le premier cas, il faut calculer la quantité de *calorique* perdue pendant la première

minute, d'après la série des nombres déterminés par l'observation. On peut dans le second regarder la quantité de *calorique* communiquée à l'atmosphère pendant la première minute, comme égale à celle qui lui est communiquée pendant la minute qui la suit immédiatement.

Dans quelques expériences la *température* du mélange ne devient uniforme qu'au bout de quelques minutes; c'est alors, à partir de ce moment, qu'on doit observer les différences pour constater la quantité de *calorique* perdu pendant les minutes subséquentes.

2°. Si l'on verse la substance chaude dans la froide, elle perd en passant au travers de l'air environnant une portion de son *calorique spécifique*; pour éviter cette cause d'inexactitude, il faut que la substance froide ait la même *température* que l'air du lieu; on peut alors la verser dans la substance chaude sans craindre qu'en traversant l'atmosphère elle lui communique une partie du *calorique* qu'elle contient.

3°. En versant la substance chaude dans le vaisseau qui contient la froide, il reçoit une certaine quantité de *calorique*. Si l'on verse au contraire la substance froide dans le vaisseau qui contient la chaude, elle reçoit du calo-

rique non seulement de la substance chaude , mais encore du vaisseau.

Pour corriger cette source d'erreur , il faut déterminer le rapport existant entre la *capacité* du vase *pour admettre le calorique entre ses molécules* , & celle de la substance qui sert de terme de comparaison ; on peut employer à cet effet un des moyens dont se servoit le docteur Crawford ; je le choisis parce qu'il est extrêmement simple.

On introduit le vaisseau dans un autre vase dont le diamètre est un peu plus grand , & qui de tous côtés est environné d'eau très-chaude ; on a le soin de couvrir l'appareil avec un large couvercle , afin d'empêcher l'accès de l'air extérieur. Lorsque le vase intérieur a acquis la *température* désirée , on examine le thermomètre qui y est plongé : supposons qu'il s'arrête à 40 degrés ; on y verse alors une certaine quantité d'eau ; supposons - la de 12 liv. & supposons pareillement que sa *température* soit de 12 degrés avant l'introduction ; on agite , & au bout de quelques instans on examine le thermomètre ; si la *température* de l'eau est alors de 13 degrés , on pourra conclure que la *température* de l'eau a été augmentée de 1 degré , & que celle du vase a été diminuée de 27 , &

conséquemment que la *capacité* du vaisseau est à celle de 12 liv. d'eau, comme 1 est à 27.

On s'énoncera donc clairement en disant que le vaisseau doit communiquer ou recevoir autant de *calorique* que 7,11 onces d'eau; car 12 liv. = 192 onces, & $\frac{192}{27} = 7,11$ onc.

Lorsqu'on a ainsi déterminé la *capacité* d'un vase pour admettre le *calorique* entre ses molécules, on peut s'en servir pour répéter un grand nombre d'expériences. Si l'on trouve, par exemple, que la *température* du vase est diminuée de 40 degrés, lorsqu'on y introduit 12 livres d'eau, on aura $27 : 1 :: 40 : x$ & $x = \frac{40}{27} = 1.4$ degrés pour l'augmentation de *température* des 12 livres d'eau occasionnée par la quantité de *calorique* qui a été communiqué par le vaisseau, & qui préalablement élevoit sa *température* de 40 degrés.

Si dans une autre expérience on n'emploie que 8 liv. d'eau, on aura d'abord $8 : 12 :: 1 : x$ & $x = \frac{12}{8} = 1.5$, & conséquemment si la *température* du vaisseau s'abaisse de 40 degrés lorsqu'on y verse 8 livres d'eau, on aura $27 : 1.5 :: 40 : x$ & $x = \frac{40 \times 1.5}{27} = 2.22$

degrés pour l'augmentation de *température* des 8 livres d'eau, occasionnée par la quantité de *calorique* communiqué par le vaisseau, & qui préalablement élevoit sa *température* de 40 degrés.

Dans d'autres circonstances, & particulièrement si l'on mêle des corps solides avec l'eau, la correction fera à peu près semblable; en effet, nous avons vu ci-dessus que le vaisseau doit communiquer ou recevoir autant de *calorique* que 7. 11 onces d'eau; il faudra donc ajouter ou soustraire ce nombre de la quantité d'eau employée, & opérer ensuite, comme nous l'avons déjà indiqué.

4°. Il arrive fréquemment que dans certains mélanges la *température* ne devient uniforme qu'au bout de quelques minutes; il faut alors pour éviter en partie l'erreur qui provient de la quantité de *calorique* communiquée pendant ce tems aux corps environnans, 1°. agiter très-doucement le mélange; 2°. opérer sur de grandes quantités; 3°. renfermer, s'il est possible, l'appareil dans une double enveloppe garnie de duvet & recouverte encore avec de la flanelle; 4°. enfin, faire en sorte que la *température* du mélange ne soit pas beaucoup plus élevée que celle du milieu environnant.

On peut, en prenant la substance froide à une *température* beaucoup plus basse que celle de l'atmosphère, & la substance chaude à une *température* beaucoup plus haute, remplir la dernière des conditions ci-dessus énoncées, & avoir en même tems une très-grande différence dans les *températures*; il est vrai qu'on retombe alors dans un autre inconvénient, celui de faire traverser l'atmosphère à une substance très-chaude ou très-froide.

5°. Les volumes des substances qu'on veut comparer doivent être égaux, & l'on doit se servir de thermomètres très-sensibles.

6°. Nous avons vu ci-dessus que la coïncidence entre la moyenne arithmétique & la *température* d'un mélange de parties égales de la même substance à différens degrés indiquoit la permanence de *capacité* de cette substance à tous les degrés compris entre ces deux *températures*; mais si les quantités sont inégales, il faut alors pour pouvoir conclure que la *capacité* est permanente, que, suivant la loi de Richman, la *température du mélange soit égale à la somme des produits des quantités par les températures, divisée par la somme des quantités*. Si l'on mêle, par exemple, 8 liv. d'un liquide quelconque à 40 d. avec 16 l. du même liquide à

30 degrés, & si la *température* du mélange est de 33 34 degrés, on pourra conclure que la *capacité* de ce liquide est permanente depuis le 30^e degré jusqu'au 40^e; car $\frac{8 \times 40 + 16 \times 30}{8 + 16} = 33.34$ degrés.

7°. Nous venons d'annoncer que les volumes des substances comparées doivent être égaux; mais si les pesanteurs spécifiques ne sont pas semblables, les poids des substances comparées seront différens. Le docteur Irvine a prouvé que dans cette circonstance *les capacités sont en raison inverse du produit des changemens de température par les quantités de matières.*

Si l'on mêle, par exemple, 22 onces de bled à 30 deg.
avec 20 onces d'eau à 60
& si la *température* du mélange est de. . 50
la *température* de l'eau se trouvera diminuée de. 10
& celle du bled se trouvera augmentée de. 20

Et alors la *capacité* de l'eau sera à celle du bled comme 20 x 22 : 10 x 20, ou comme 11 : 5.

En évitant toutes les causes d'inexactitude & en faisant les corrections que je viens d'indiquer,

diquer, les résultats de différentes expériences coïncideront à peu près les uns avec les autres, & les *capacités* seront déterminées avec un certain degré d'exactitude à tous les degrés compris entre les termes de la congélation & de l'ébullition de l'eau.

Il faut cependant observer qu'un changement de *température* dans l'air du lieu, le plus ou moins de tems employé à mêler les substances, une différence dans le vaisseau ou dans le degré d'agitation donnée au mélange, & plusieurs autres causes, peuvent faire varier ces résultats.

Cette méthode, d'ailleurs, ne peut servir, ainsi que je l'ai observé ci-dessus, ni pour toutes les substances qui en se combinant changent de *capacité*, ni pour celles dont le *calorique combiné* varie soit en plus, soit en moins pendant le mélange.

Ce sont toutes ces raisons qui doivent faire préférer la méthode de MM. Lavoisier & de Laplace à celle du docteur Crawford; la première exige très-peu de précautions & est sujette à beaucoup moins d'inconvéniens.

CHAPITRE SECOND.

Résultats des expériences qui peuvent servir à déterminer la capacité de plusieurs solides & de quelques liquides.

Quelques-unes des expériences dont je vais présenter les résultats ont été faites par le docteur Crawford, dans le dessein de déterminer le *calorique spécifique* des substances sur lesquelles il a opéré; mais comme j'ai démontré dans la première partie, que quant à présent cette détermination est impossible, il en résulte que ces résultats ne peuvent indiquer tout au plus que la *capacité* de certains corps depuis le terme de la congélation de l'eau jusqu'à celui de son ébullition.

Le docteur Crawford, dans le dessein d'arriver à des résultats exacts, a pris toutes les précautions, & a fait toutes les corrections ci-dessus indiquées.

Capacités de plusieurs solides & de quelques liquides comparées à celle de l'eau prise pour unité, & déterminées d'après les expériences du docteur Crawford.

Eau commune,	1,000
Féverolles,	0,502
Riz,	0,506
Bled,	0,477
Avoine sans pellicule,	0,416
Pois,	0,492
Orge,	0,421
Cuir de bœuf avec le poil,	0,787
Poumons d'une brebis,	0,769
Lait de vache,	0,999
Sang retiré de l'artère d'un chien,	1,030

Lorsqu'on réduit en poudre quelques-unes de ces substances & qu'on les mêle ensuite avec de l'eau à égalité de *température*, il se dégage une certaine quantité de *calorique*; c'est pour éviter cette source d'erreur que le docteur Crawford ne les pulvérisa pas, parce qu'alors, dit-il, la quantité de *calorique* dégage pendant le mélange est très-peu considérable & ne peut affecter en rien le résultat des opérations.

○ ij

Il faut encore observer que quelques-unes des substances ci-dessus énoncées variant à l'infini par le desséchement ou par toute autre cause, la détermination de leur *capacité* ne peut à la rigueur servir de base.

Cet inconvénient est malheureusement applicable à presque toutes les substances sur lesquelles on peut opérer.

Nous pouvons, quoi qu'il en soit, regarder les résultats ci-dessus comme des à peu près assez exacts; ils sont d'ailleurs précieux en ce qu'ils ont conduit à la théorie de la respiration.

Capacités de quelques solides & de plusieurs liquides, comparées à celle de l'eau prise pour unité, & déterminées d'après les expériences de MM. Lavoisier & de Laplace.

Eau commune,	1,0000
Tôle ou fer battu,	0,1099
Cristal,	0,1929
Mercure,	0,0290
Chaux vive,	0,2168
Mélange d'eau & de chaux vive dans le rapport de 9 à 16,	0,4391
Acide sulfurique dont la pesan- teur spécifique étoit de 1,87,	0,3345

Mélange de cet acide avec l'eau dans le rapport de 4 à 3,	0,6031
Même mélange dans le rapport de 4 à 5,	0,6631
Acide nitrique dont la pesanteur spécifique étoit de 1,29895,	0,6613
Mélange de cet acide avec la chaux vive dans le rapport de $9 \frac{1}{3}$ à 1,	0,6189
Mélange d'une partie de nitrate de potasse avec 8 parties d'eau,	0,8167

Il faut encore un grand nombre d'expériences pour compléter cette table ; mais les résultats qui y sont contenus sont principalement intéressans en ce qu'ils résultent d'une méthode extrêmement ingénieuse , & qu'ils commencent un travail absolument nécessaire à l'explication de beaucoup de phénomènes chimiques.

CHAPITRE TROISIÈME.

Observations sur les méthodes dont on peut se servir pour déterminer les capacités des fluides élastiques permanens, & sur les moyens d'éviter & de corriger en partie les sources d'erreurs dont elles sont susceptibles.

Les difficultés qu'on éprouve lorsqu'on veut déterminer la *capacité* des fluides élastiques permanens proviennent principalement, 1°. de la rarité des gaz; 2°. de leur mélange presque inévitable avec d'autres substances; 3°. de leur dessiccation plus ou moins complète; 4°. de l'incertitude qui existe toujours dans la détermination de leur pesanteur spécifique; 5°. enfin, de la nature fugace du *calorique*.

Ces difficultés sont communes à la méthode du docteur Crawford & à celle de MM. Lavoisier & de Laplace; mais la première est en outre susceptible d'un grand nombre de sources d'erreurs que je vais décrire succinctement.

1°. Il est nécessaire de dessécher les fluides dont on veut se servir; si l'on ne peut y parvenir complètement, il faut du moins tâcher qu'ils ne contiennent pas plus d'humidité les

uns que les autres : le nitrate de chaux fait avec soin peut servir à cette opération. Il est bon d'observer qu'après leur exposition sur-ée sel, les gaz tiennent encore en dissolution une certaine quantité d'eau ; cette quantité dépend de leur nature particulière & influe plus ou moins sur la détermination de leur *capacité* ; on est donc obligé dans ces circonstances de regarder l'eau tenue en dissolution comme une de leurs parties constituantes.

2°. Il faut tâcher que les gaz n'éprouvent pas de changement pendant l'expérience. -

3°. La *température* de la substance qui sert de terme de comparaison doit être avant l'expérience un peu au-dessous de celle de l'air du lieu, & il est très-important que dans divers essais cette différence ne varie pas.

4°. Il faut introduire très-promptement le vaisseau qui contient les gaz dans la substance qui sert de terme de comparaison ; & dans différentes expériences, le tems nécessaire à cette introduction doit être égal.

5°. Il est nécessaire que les gaz & le liquide qui sert de terme de comparaison acquièrent promptement une *température* uniforme, & qu'au contraire cette dernière substance se refroidisse très-lentement.

6°. Si l'on se sert d'un vaisseau de cuivre pour contenir les gaz, il faut préalablement déterminer sa *capacité pour admettre le calorique entre ses molécules*, & déduire de l'augmentation de *température* de la substance qui sert de terme de comparaison celle qui est occasionnée par le vaisseau : il est de même nécessaire de déterminer la *capacité* du vase dans lequel on plonge les gaz, & d'ajouter au poids de la substance qui sert de terme de comparaison celui qui est représenté par ce vaisseau.

7°. Afin d'augmenter les différences entre les quantités de *calorique* communiqué à la substance qui sert de terme de comparaison, il est nécessaire d'élever les gaz à une haute *température*. Il ne faut pas cependant étendre trop loin ce principe, parce qu'alors une partie de la substance qui sert de terme de comparaison se vaporiferoit pendant l'immersion. Les expériences du docteur Crawford prouvent qu'en général on peut élever avec avantage la *température* des gaz jusqu'au degré où l'eau se vaporise.

8°. Dans différentes expériences le thermomètre ne doit point changer de position.

9°. L'augmentation de *température* de la

substance qui sert de terme de comparaison étant très foible, il est nécessaire que la *température* de l'air du lieu soit permanente pendant tout le tems de l'opération; il faut donc échauffer les gaz dans un endroit écarté, ne les apporter qu'au moment de l'expérience, n'avoir ni feu, ni lumière dans la chambre où l'on opère, & être en très-petit nombre.

10°. Il ne faut pas, pour élever la *température* des gaz, plonger dans l'eau le vaisseau qui les contient, mais bien dans un autre vase qui doit être échauffé par un bain - marie. Si l'on ne prenoit pas cette précaution, l'eau adhérente à l'extérieur du vaisseau produiroit dans l'expérience une inexactitude très-considérable.

11°. Si pour introduire les gaz dans le vaisseau qui doit les contenir on le remplissoit préalablement d'eau, il en resteroit une certaine quantité dans son intérieur, & cette portion pourroit produire des erreurs très-considérables dans les résultats; il faut donc se servir pour cette introduction de la machine pneumatique. Mais le vide n'étant jamais complet, il est nécessaire de l'amener au même degré dans différens essais.

12°. Lorsque les gaz sont élevés à la *température* désirée, il faut transporter le vaisseau qui

les contient dans le vase qui renferme la substance dont on se sert pour terme de comparaison ; en passant ainsi au travers de l'atmosphère, les gaz & le vaisseau qui les renferme perdent une partie de leur *calorique* ; il faut donc déterminer cette quantité ; mais cette détermination est toujours très-arbitraire, & il est même impossible de la rendre exacte.

13°. Pour éviter en partie l'erreur occasionnée par la quantité de *calorique* communiqué à l'atmosphère après l'introduction du vaisseau qui contient les gaz, il faut recouvrir tout l'appareil avec de la flanelle.

14°. Pour amener promptement toutes les molécules de la substance qui sert de terme de comparaison à une *température* uniforme, il faut l'agiter légèrement ; mais pendant ce tems elle communique à l'atmosphère une certaine quantité de *calorique* ; il est vrai qu'on peut éviter en partie cette source d'erreur en l'agitant sans la découvrir ; mais malgré cette précaution il existe toujours une perte dont la détermination est très-arbitraire.

15°. Comme la pesanteur spécifique des gaz est bien moins grande que celle de toutes les substances qui peuvent servir de terme de comparaison, & qu'il faut, ainsi que nous l'avons

observé ci-dessus, employer des volumes égaux, l'augmentation de *température* occasionnée par la quantité de *calorique* communiqué par les gaz est toujours très-peu sensible. Il est cependant évident que cette augmentation dépend en grande partie de la *capacité* de la substance qui sert de terme de comparaison. La *capacité* de l'huile étant à celle de l'eau comme 1 est à 2, on peut s'en servir pour terme de comparaison, & alors l'augmentation de *température* est plus considérable; il paroît cependant, d'après les expériences du docteur Crawford, que cette augmentation ne suit pas le même rapport; cette différence provient ou de ce que ce rapport n'est point exact, ou des sources d'erreurs ci-dessus décrites: il faut d'ailleurs observer que l'huile acquiert une *température* uniforme bien plus lentement que l'eau.

16°. Pour déterminer exactement la *capacité* des gaz, il faudroit les obtenir parfaitement purs; mais comme il est impossible, quant à présent, de remplir cette condition, les corrections qu'on peut faire à ce sujet ne peuvent être considérées que comme des à peu près qui dépendent de données inconnues.

17°. Il est encore nécessaire de connoître la pesanteur spécifique des gaz; mais cette dé-

termination dépend de leur degré de pureté; elle est conséquemment très-variable.

18°. Il faut en outre prendre toutes les précautions & faire toutes les corrections qui sont indiquées dans le premier chapitre de cette seconde partie.

C H A P I T R E Q U A T R I È M E .

Capacités de différens fluides élastiques permanens déterminées par le docteur Crawford, & comparées à celle de l'eau prise pour unité.

Le docteur Crawford ayant besoin de thermomètre dont les résultats correspondissent parfaitement les uns avec les autres, parvint au bout de plusieurs mois à en construire quatre dont chaque degré étoit divisé en 50 parties, & qui, dans toute la longueur de l'échelle de Fahrenheit, ne différoient pas de $\frac{2}{10}$ de degré. Mais malheureusement il n'employa dans chaque expérience que 32 pouces cubes de gaz; & d'ailleurs il nous est impossible de dissimuler que quelques-unes ont été faites dans des circonstances très-défavorables; ses robinets étant trop minces pour fermer exactement, le gaz azote & l'air vital se changeoient pendant l'opération en air commun (le gaz azote éprouvoit un change-

ment plus considérable ou en raison de sa densité, ou en raison de sa plus grande dilatabilité, depuis le 60° jusqu'au 80° degré). Il est vrai que s'étant aperçu de cette source d'erreur, il répéta plusieurs autres expériences en prenant des précautions pour la corriger; mais il lui restoit encore à surmonter de bien plus grands obstacles d'autant plus sensibles, qu'il n'employoit qu'une très-petite quantité de gaz; nous pouvons comprendre parmi ces obstacles leur parfaite dessiccation ou du moins leur dessiccation comparable; la grande difficulté de les obtenir parfaitement purs, & conséquemment de déterminer avec exactitude leur pesanteur spécifique; l'évaluation très-arbitraire de la quantité de *calorique* perdue pendant le passage dans l'atmosphère du vaisseau qui contenoit les gaz; l'impossibilité d'élever leur *température* au-dessus du 80° degré en se servant d'un bain-marie, & conséquemment la nécessité de n'employer qu'une très-courte échelle; la foible augmentation de *température* des 20 onces d'eau employées pour servir de terme de comparaison, augmentation qui ne montoit guère qu'à $\frac{2}{10}$ de degré de l'échelle de Fahrenheit; & enfin toutes les précautions & les corrections indispensables ci-dessus indiquées.

Ces raisons sont bien suffisantes pour faire soupçonner que les expériences du docteur Crawford ne peuvent point servir de base pour la détermination des *capacités* des gaz, & que sa méthode est défectueuse malgré qu'il l'ait perfectionnée autant qu'il est possible de le faire.

Capacités de différens gaz comparées à celle de l'eau prise pour unité & déterminées par le docteur Crawford.

Eau,	1,0000
Gaz azote,	0,7936
Gaz acide carbonique,	1,0454
Air atmosphérique,	1,7900
Air vital,	4,7490
Gaz hydrogène,	21,4000

La méthode qu'emploient MM. Lavoisier & de Laplace pour déterminer la *capacité* des gaz exige beaucoup moins de corrections que celle du docteur Crawford, & fournit de plus l'avantage d'opérer sur de grandes quantités; elle est donc préférable sous ce double point de vue; son utilité est d'ailleurs plus étendue & plus réelle. Il faut cependant convenir

qu'elle ne présentera des résultats parfaitement exacts & des bases fixes relativement aux *capacités* des gaz , que quand on en possédera de très-purs , qu'on pourra les dessécher complètement ou du moins d'une manière comparable , & qu'enfin on aura déterminé leur pesanteur spécifique avec beaucoup de précision.

C H A P I T R E C I N Q U I È M E .

Comparaison entre les capacités de différens corps avant & après leur combustion ou leur oxidation.

Le docteur Crawford a mêlé avec de l'eau plusieurs métaux & plusieurs oxides minéraux, & a déterminé de cette manière leur *capacité*.

Lorsqu'il vouloit enlever de l'*air* aux oxides dont il se servoit , il versoit dessus de l'acide nitrique , & exposoit le mélange à une *chaleur rouge* ; il suivit en cela l'exemple de Schéele (a).

(a) Je ne fais quelle est dans cette circonstance l'acception que donne le docteur Crawford au mot *air* ; ce qu'il y a de certain , s'est qu'il ne peut être syn-

Voici le résultat des expériences qu'il a faites sur ce sujet.

Eau	1,00000
Oxide d'antimoine blanc par le nitre (antimoine diaphorétique)	0,22727

nime que des termes *air vital* & *air atmosphérique*, puisqu'il est reconnu que combinés avec d'autres gaz, les oxides changent de nature & doivent être regardés comme de véritables sels. (Il faut cependant excepter le gaz hydrogène & le gaz ammoniacal. Aucune expérience ne prouve que le premier puisse se combiner avec les oxides minéraux ; & leur union avec le gaz ammoniacal forme de nouveaux composés qui doivent être rangés dans une classe séparée.)

Si donc le docteur Crawford avoit dessein d'enlever de l'oxygène à ses oxides, sa méthode ne pouvoit servir tout au plus que pour ceux qui sont décomposés par la chaleur rouge, & alors l'addition de l'acide nitrique étoit superflue. Quant aux oxides qui ne sont point décomposés par la chaleur rouge, l'addition de l'acide nitrique ne pouvoit que les oxider davantage. Il est vrai qu'en croyant employer des oxides purs, on en emploie quelquefois qui contiennent des carbonates métalliques ; l'acide carbonique est alors dégagé par l'acide nitrique ; mais cette nouvelle addition & l'exposition des mélanges à une chaleur rouge, font retomber dans de nouveaux inconvéniens, car alors on ajoute de l'oxygène à certains oxides, & on en enlève à d'autres.

Même

Même oxide , après avoir versé dessus de l'acide nitrique & avoir exposé le mélange à une chaleur rouge	0,16666
Antimoine	0,06451
Oxide jaune de plomb , après l'avoir humecté avec de l'acide nitrique & avoir exposé le mélange à une chaleur rouge (a)	0,06802
Plomb	0,03520
Oxide blanc d'étain	0,10869
Même oxide , après avoir versé dessus de l'acide nitrique & avoir exposé le mélange à une chaleur rouge . . .	0,09909
Etain	0,07042
Rouille de fer (b)	0,25000
Rouille de fer après l'avoir humec-	

(a) Les *capacités* de l'oxide rouge & de l'oxide jaune de plomb ne diffèrent pas sensiblement.

(b) La rouille de fer est un véritable sel , & presque tous les oxides pour peu qu'ils aient été exposés quelque tems à l'atmosphère , se changent en partie en carbonate ; il y a donc tout lieu de présumer que les expériences dans lesquelles le docteur Crawford ne s'est point servi d'acide nitrique , ne présentent pas des résultats applicables aux oxides parfaitement purs.

Tome K.

P

tée avec de l'acide nitrique & avoir exposé le mélange à une chaleur rouge	0,16666
Fer	0,12696
* Oxide de cuivre précipité d'une dissolution de sulfate de cuivre par un alkali, & exposé ensuite avec de l'acide nitrique à une chaleur rouge . .	0,22727
Cuivre rouge	0,11111
Cuivre jaune	0,11235
Oxide de zinc précipité d'une dissolution de sulfate de zinc par un alkali & exposé ensuite avec de l'acide nitreux à une chaleur rouge	0,13698
Zinc	0,09433

Ces expériences sont malheureusement pour nous d'une utilité bien bornée, puisque même en les supposant parfaitement exactes & faites avec des oxides entièrement purs, leur résultat ne peut servir de base faute d'avoir indiqué le degré d'oxidation de chaque oxide (a).

(a) La capacité des oxides variant sans cesse, il faudroit la déterminer à chaque degré d'oxidation; mais cette condition exige la possibilité d'oxigéner les métaux à volonté & d'indiquer des marques invariables

Le docteur Crawford annonce encore que la *capacité* de l'alcool est moindre que celle de l'eau, & que la *capacité* du carbonate de chaux est plus grande que celle de la chaux vive : il s'est servi d'alcool pour déterminer la *capacité* de cette dernière substance.

Les expériences de M. Kirwan semblent prouver que depuis le terme de la congélation de l'eau jusqu'à celui de son ébullition les *capacités* du soufre, de l'acide sulfureux, de l'ammoniaque, de l'acide nitreux & de l'acide sulfurique concentré sont respectivement moins grandes que celles de l'acide sulfurique, du carbonate d'ammoniaque, de l'acide nitrique & de l'acide sulfurique allongé d'eau.

Le docteur Crawford conclut en général de ces différentes expériences, 1°. que la *capacité* des corps combustibles est augmentée par l'oxygénation ; 2°. que l'union de l'acide carbonique & de l'eau avec certains corps augmente leur *capacité* ; 3°. enfin, que cette augmentation de *capacité* est en quelque façon proportionnelle

propres à caractériser chaque degré d'oxydation. Ne possédant aucuns de ces moyens, les expériences faites sur différens oxides ne peuvent jamais être comparables entr'elles.

-dans chaque corps à la quantité d'eau, d'acide carbonique & d'oxigène qu'il contient.

Nous devons d'abord observer que les expériences qui tendent à prouver l'augmentation de *capacité* par l'addition de l'eau ou de l'acide carbonique sont très-peu nombreuses, & qu'il faudroit les multiplier considérablement pour tirer de cette augmentation une conclusion générale. !

Examinons maintenant sur quels faits sont fondés les deux autres principes présentés par le docteur Crawford, savoir, que la combustion augmente la *capacité* des corps combustibles, & que cette augmentation est en quelque façon proportionnelle à la quantité d'oxigène absorbé.

Il pourroit se faire que la première de ces conclusions fût vraie, mais les faits ne sont point encore assez accumulés pour la présenter comme une vérité fondamentale ; n'est-il pas possible en effet qu'en les multipliant on rencontre un très-grand nombre d'anomalies ? Quant à la seconde, elle est fondée sur la supposition qu'en humectant les oxides avec de l'acide nitrique & exposant le mélange à une *chaleur rouge*, on leur enlève de l'air, ou, ce qui revient au même, on les désoxide.

Mais comme il est au contraire très-constant que cette opération ne pouvoit qu'oxigéner davantage les oxides dont s'est servi le docteur Crawford, parce qu'ils ne sont pas décomposables par leur exposition à une *chaleur rouge*, les résultats rapportés dans la table précédente contredisent le principe général énoncé par le docteur Crawford, que *l'augmentation de capacité est proportionnelle à l'accroissement d'oxidation.*

Nous ne pouvons donc tirer de ces différentes expériences que les conclusions suivantes ; 1°. la *capacité* de certains corps combustibles est respectivement moins grande que celle de leurs oxides oxigénés jusqu'à certains degrés ; 2°. passé ces degrés, leur *capacité* diminue par l'addition d'une nouvelle quantité d'oxigène.

Quant aux autres expériences, elles ne peuvent être considérées que comme des faits intéressans dont on ne peut, quant à présent, tirer aucune conséquence.

Le docteur Crawford a fait encore beaucoup d'autres expériences qui peuvent servir à déterminer avec un certain degré d'exacitude la *capacité* du bois, du charbon & de leurs cendres :

Eau ,	1,00000
Bois de pin ,	0,50000
	P ij

Charbon ,	0,26315
Cendres du même charbon ,	0,09090
Cendres d'orme ,	0,14025
Charbon de terre ,	0,27777
Fraïfil ,	0,19230
Cendres de Fraïfil ,	0,18552

Pour déterminer la *capacité* de ces substances, le docteur Crawford les réduisit en poudre très-fine, les échauffa dans un vaisseau de fer étamé, versa dessus l'eau froide, & prit en outre toutes les précautions ci-dessus indiquées.

Ces dernières expériences, en les supposant même parfaitement exactes, ne peuvent pas non plus servir de base; car la *capacité* des bois dépend de leur degré de végétation, celle des charbons dépend de leur formation plus ou moins complète, & nous ne pouvons pas indiquer ces différens degrés.

Le docteur Crawford conclut encore de quelques réductions d'oxides par le gaz hydrogène, & de plusieurs autres expériences, que la *capacité* des corps diminue par leur combinaison avec l'hydrogène; il appuie principalement cette conclusion sur une opinion particulière, savoir, que l'acide sulfurique ne devient acide sulfureux qu'en absorbant du gaz hydrogène; mais il est

maintenant bien démontré qu'il suffit d'enlever de l'oxigène à l'acide sulfurique pour en faire de l'acide sulfureux , & que l'hydrogène ne contribue en rien à ce changement. Les expériences du docteur Crawford prouvent , à la vérité , 1°. que la *capacité* du gaz oxigène est diminuée par sa combinaison avec le gaz hydrogène ; 2°. que celle du sang artériel est pareillement diminuée par sa combinaison avec ce principe : mais le nombre de ces faits n'est point encore assez considérable pour en tirer une conséquence générale.

CHAPITRE SIXIÈME.

Observations sur la détermination du zéro réel.

La solution de ce problème se réduit à déterminer le rapport existant entre la quantité de *calorique* interposé entre les molécules d'un corps à une *température* quelconque , & celle qu'il faut lui communiquer pour l'augmenter d'un degré.

Je prie d'observer que je ne parle point du tout ici du *calorique* qui peut être combiné avec les molécules ; nous avons vu ci-dessus qu'il n'influoit en rien sur la *température* ; le zéro réel n'annonce donc pas une privation totale

de *calorique spécifique*, mais tout au plus une privation totale de *calorique interposé*. En effet, la *température* dépendant immédiatement des espaces qui existent entre les molécules, la *température* est nulle lorsqu'elles se touchent en tous sens; on ne peut cependant pas conclure qu'un corps dont la *température* est nulle ne contient pas du tout de *calorique*, car il est possible qu'il en entre une certaine quantité dans la composition de chaque molécule; d'où nous pouvons tirer une première conclusion générale : *le zéro réel n'indique que l'état d'un corps qui seroit presque totalement privé de son calorique interposé.*

Ce premier énoncé nous conduit immédiatement à plusieurs autres conséquences très-intéressantes.

1°. *Si les capacités ne sont pas permanentes tant que les corps ne changent pas d'état, la détermination du zéro réel sera toujours inexacte.*

2°. On ne peut déduire le zéro réel que de la comparaison des *capacités* d'un même corps avant & après son changement d'état.

3°. Le mélange des substances qui ne s'échauffent mutuellement qu'en vertu de leur excès de *température*, & dont conséquemment

les *capacités* ne changent pas, ne peut servir à déterminer le zéro réel.

4°. Si pendant un changement quelconque les molécules absorbent ou communiquent du *calorique*, la détermination du zéro réel déduite de cette expérience ne sera point exacte.

5°. Enfin, & par une conséquence qui dérive immédiatement des précédentes, si les déterminations du zéro réel déduites d'un très-grand nombre d'expériences analogues ne diffèrent pas sensiblement, nous pourrons conclure, 1°. que le *calorique* ne se combine pas avec les molécules des corps, & conséquemment que l'absorption ou la communication du *calorique* pendant les changemens d'état ne proviennent que d'une augmentation ou diminution de *capacité*; 2°. que les *capacités* sont permanentes à toutes les *températures* tant que les corps ne changent pas d'état; 3°. enfin, que les *capacités* sont proportionnelles au *calorique spécifique*. Si au contraire ces déterminations ne sont pas constantes, nous pourrons conclure que ces énoncés ne sont pas exacts, ou du moins qu'ils n'existent pas tous les trois à la fois.

Nous devons donc, pour arriver à ces dernières conclusions, rapprocher les expériences

dans lesquelles la *température* observée diffère essentiellement de celle qui est indiquée par le calcul, & voir s'il existe une certaine coïncidence entre les déterminations du zéro réel déduites de leurs résultats; ainsi, la combustion du gaz hydrogène, du phosphore, du carbone, du soufre, & en général toutes les combustions & les oxidations, le mélange de l'eau avec l'acide sulfurique, le gaz ammoniaçal, le muriate de soude, le nitrate de potasse, la chaux vive, & généralement toutes les combinaisons dans lesquelles la *température* diffère de la moyenne arithmétique, & enfin, la comparaison des *capacités* d'un même corps avant & près l'un de ses changemens d'état, peuvent servir à cet objet.

Rapprochons donc quelques expériences de ce genre, & voyons si les déterminations du zéro réel qu'on en peut déduire ont entr'elles une certaine coïncidence.

Je rapporterai d'abord l'expérience du docteur Crawford; elle pourra nous servir d'exemple pour un grand nombre des corrections ci-dessus indiquées; je ferai connoître ensuite celles de MM. Lavoisier & de Laplace.

S. I.

*Expérience faite par le docteur Crawford
pour déterminer le zéro réel.*

Le docteur Crawford regardant comme des vérités démontrées, 1°. que les *capacités* sont permanentes tant que les corps ne changent pas d'état; 2°. que le *calorique* ne se combine point avec les molécules des corps, & conséquemment que pendant les changemens d'état l'absorption ou la communication du *calorique* ne provient que d'un changement de *capacité*; 3°. enfin, que le *calorique spécifique* est proportionnel aux *capacités*, se sert du raisonnement suivant pour tenter de déterminer le zéro réel.

Désignons par la lettre A un corps quelconque avant son changement d'état, & par la lettre B ce même corps lorsqu'il a subi ce changement. Si l'on connoît la *capacité* de A & celle de B, & si l'on sait de combien de degrés la quantité de *calorique* dégagé pendant le changement peut élever la *température* de A, on déterminera par une simple règle de trois, de combien la quantité de *calorique* que contient

B peut élever la *température* de A, & la somme de ces deux nombres représentera en degrés du thermomètre la quantité de *calorique* que contient le corps A. Si, par exemple, la *capacité* de A est représentée par le nombre 6, & celle de B par le nombre 1, & si la quantité de *calorique* dégagé pendant le changement d'état peut élever la *température* de A de 500 degrés, il faudra dire, pour savoir de combien de degrés la quantité de *calorique* que contient B peut élever la *température* de A, $6 - 1 : 500 :: 1 : 100$; & ajoutant 100 à 500, nous aurons le nombre 600, qui représentera en degrés du thermomètre la quantité de *calorique* que contient A, & qui conséquemment indiquera le véritable zéro réel.

Cette manière de raisonner seroit excellente si en effet le *calorique* ne se combinôit point avec les molécules, si les *capacités* étoient permanentes tant que les corps ne changent pas d'état, & si les dilatations du mercure étoient proportionnelles aux augmentations de *calorique* dans toute la longueur de l'échelle. Mais nous serons bientôt en état de démontrer que ces énoncés ne sont que des suppositions.

1°. Le docteur Crawford fit détonner dans un vaisseau de cuivre entouré de 16,33 onces

d'eau, 11 onces mesures (17,69 pouces cubes françois) d'un mélange de gaz hydrogène & d'air vital dans le rapport de 2 à 1 (a).

Les capacités réunies de ce vaisseau & de celui qui contenoit l'eau étoient telles, qu'elles communiquoient ou recevoient autant de calorique que..... 4,187 onc. d'eau.

Ajoutant les..... 16,330

On a..... 20,517 onces pour la quantité d'eau qu'on est censé avoir employé dans cette expérience.

Le moyen résultat de cette détonnation souvent répétée par le docteur Crawford, fut pour l'augmentation de température de ces 20,517 onces d'eau, de 1,0667 degrés.

2°. La pesanteur spécifique du gaz hydrogène étant $\frac{1}{12,1}$ suivant le docteur Crawford, à celle de l'air vital comme 1 : 12,1 ; & leur mélange étant dans le rapport de 2 à 1, le poids

(a) Le volume du vaisseau dans lequel se fit la détonnation étoit à peu près de 16,3 onces mesures; mais comme il n'est pas possible de faire un vide parfait, le docteur Crawford ne put employer dans chaque expérience que 11 onces mesures du mélange : tout l'appareil étoit entouré de flanelle.

du premier étoit à celui du second comme 2:12,1; ou comme 1:6,05 (a).

La pesanteur spécifique du composé étoit donc à celle d'un égal volume de gaz hydrogène comme 4,7:1 (b).

Mais la pesanteur spécifique du gaz hydrogène est, suivant le docteur Crawford, à celle d'un égal volume d'eau comme 1 est à 9960; il en résulte que la pesanteur spécifique du mélange étoit à celle d'un égal volume d'eau comme 1:2119 (c).

(a) On doit toujours observer que le rapport entre les pesanteurs spécifiques des gaz est très-variable, & qu'il dépend de leur degré de pureté & de leur dessiccation plus ou moins complète.

(b) Supposons qu'en prenne un pied cube d'air vital & qu'il pèse 12,1 onces; les deux pieds cubes de gaz hydrogène pèseront 2 onces, & conséquemment le poids du mélange sera de 14,1 onces.

Mais dans cette supposition, trois pieds cubés de gaz hydrogène pèseront trois onces, & conséquemment la pesanteur spécifique d'un mélange d'un pied cube d'air vital & de deux de gaz hydrogène sera à celle d'un égal volume de gaz hydrogène comme... 14,1:3

ou comme... $\frac{14,1}{3} : 1$

ou enfin comme... 4,7:1

(c) En divisant 9960 par 4,7, on a au quotient

3°. La *capacité* de l'air vital, d'après les résultats rapportés dans le chapitre précédent, est à celle d'un égal poids d'eau comme 4,749 : 1, & celle du gaz hydrogène est à celle d'un égal poids d'eau comme 21,4 : 1 ; la *capacité* d'un poids quelconque du mélange étoit donc à celle d'un égal poids d'eau comme 7,11 : 1 (a).

4°. Le volume du mélange des deux gaz étoit à celui de l'eau comme 11 : 20,517 : mais nous venons de démontrer qu'à volume

1119 pōur la pesanteur spécifique de l'eau comparativement à celle d'un égal volume du mélange pris pour unité.

(a) En supposant toujours qu'un pied cube d'air vital pèse 12,1 onces, & conséquemment que deux pieds cubes de gaz hydrogène pèsent 2 onces, la *capacité* des 12,1 onces d'air vital sera à celle d'un égal poids d'eau comme..... $12,1 \times 4,749 : 12,1 \times 1$

Et celle des 2 onces de gaz hydrogène sera à un égal poids d'eau comme..... $2 \times 21,4 : 2 \times 1$

Et conséquemment la *capacité* du mélange sera à un égal poids d'eau comme.... $57,462 \div 42,8 : 12,1 \div 2$

Ou comme..... $100,262 : 14,1$

Ou comme..... $\frac{100,262}{14,1} : 1$

Ou enfin comme..... $7,11 : 1$

égal la pesanteur spécifique du mélange étoit à celle de l'eau comme 1 : 2119 ; il en résulte que la pesanteur spécifique des 11 onces mesures du mélange étoit à celle des 20,517 onces d'eau comme 1 : 3952 (a).

5°. Nous ayons vu ci-dessus qu'à poids égal la *capacité* du mélange étoit à celle de l'eau comme 7,11 : 1 ; il en résulte que la *capacité* des 11 onces mesures du mélange étoit à celle des 20,517 onces d'eau comme $\frac{3952}{7,11} : 1$, ou environ comme 556 : 1.

6°. Mais la *température* des 20,517 onces d'eau fut élevée par la détonnation des 11 onces mesures du mélange de 1.0667 degrés ; nous pouvons en conclure que la même quantité de *calorique* auroit élevé la *température* des 11 onces mesures du mélange

(a) La pesanteur spécifique des 11 onces mesures du mélange étoit à celle des 20,517

onces d'eau comme..... $11 \times 1 : 2119 \times 20,517$

Ou comme..... $11 : 43475,523$

Ou comme..... $1 : \frac{43475,523}{11}$

Ou enfin comme..... $1 : 3952$

de

de $556 \times 1,0667$, ou de 593 degrés à peu près (a).

(a) Les rapports que nous venons d'établir sont difficiles à saisir, parce que les uns sont fondés sur l'égalité de volume & les autres sur l'égalité de poids ; les pesanteurs spécifiques sont dans le premier cas, & les *capacités* sont dans le second. Dans la vue de faciliter l'intelligence de la marche que nous avons suivie pour arriver à notre dernière conclusion, qui indique que la même quantité de *calorique* qui élève la *température* de $20,517$ onces d'eau de $1,0667$ degrés peut élever celle de 11 onces mesures du mélange de 593 , je dois rapprocher les conséquences qui nous y ont conduit.

1°. La pesanteur spécifique du mélange étoit à celle d'un égal volume d'eau comme $1 : 2119$; mais les volumes du mélange & de l'eau étoient dans le rapport de 11 à $20,517$, & conséquemment la pesanteur spécifique des 11 onces mesures du mélange étoit à celle d'un égal poids d'eau comme $1 : 3952$.

2°. La *capacité* du mélange étoit à celle d'un égal poids d'eau comme $7,11 : 1$; mais les poids du mélange & de l'eau étoient dans le rapport de $1 : 3952$, & conséquemment la *capacité* des 11 onces mesures du mélange étoit à celle des $20,517$ onces d'eau comme $556 : 1$; ainsi, la même quantité de *calorique* qui élevoit la *température* des $20,517$ onces d'eau de $1,0667$ degrés, auroit élevé celle des 11 onces mesures du mélange de 593 .

Tome V.

Q

Le dégagement du *calorique* pendant cette expérience ne provenant, suivant le docteur Crawford, que de la différence qui existe entre la *capacité* du mélange & celle de l'eau formée, il conclut que la quantité de *calorique* que contenoit ce dernier liquide pouvoit élever celle des 11 onces mesures du mélange de 97 degrés; car $7,11 - 1 : 593 :: 1 : 97$.

Je n'ai pas besoin d'observer que ce calcul est entièrement fondé sur la supposition que les molécules du gaz hydrogène & de l'air vital ne contiennent pas de *calorique*, ou du moins qu'elles en contiennent la même quantité que lorsqu'elles constituent le liquide que nous nommons eau.

Je vais très-incessamment prouver, par un rapprochement de résultats exacts, que cette supposition est très-hypothétique.

Quoi qu'il en soit, le zéro réel déduit de cette expérience est à 680 degrés au-dessous de celui qui est marqué sur le thermomètre; car $97 + 593 = 690$, sur quoi il faut ôter 10 degrés pour la *température* à laquelle l'expérience a été faite.

Rapprochons de cette détermination celles qui dérivent des expériences de MM. Lavoisier & de Laplace, afin de voir s'il existe entr'elles quelque uniformité.

Je vais d'abord présenter les expériences de MM. Lavoisier & de Laplace, & je rapporterai ensuite les résultats plus récents de M. Lavoisier.

§. I I.

Expériences faites par MM. Lavoisier & de Laplace, pour déterminer le zéro réel.

* Je dois observer que les déterminations que je vais présenter sont de même que celles du docteur Crawford, fondées sur les suppositions que les *capacités* sont permanentes & que le *calorique* dégagé ou absorbé pendant un changement d'état quelconque ne provient que d'un changement de *capacité*; ces physiciens savoient très-bien en entreprenant ces recherches, que ces premières données étoient pour le moins très-hypothétiques; mais comme la réalisation de ces suppositions dépend de la coïncidence d'un très-grand nombre de résultats, voyons si nous pourrions tirer quelque lumière de leur rapprochement.

D'après ces expériences, un mélange d'eau & de chaux vive dans le rapport de 9 à 16, fixe le zéro réel à 1537,8 degrés au - dessous

Q ij

du zéro thermométral; ci. 1537 deg.

Un mélange d'acide sulfurique
& d'eau dans le rapport de 4 à 3,
le fixe à 3241,9

Le même mélange dans le rap-
port de 4 à 5, le fixe à 1169,1

Un mélange d'acide nitreux &
de chaux dans le rapport de $9\frac{1}{3}$ à
1, le fixe à $\frac{1889}{-0,01783}$

La comparaison des *capacités*
de l'eau & de la glace qui, sui-
vant les expériences de M. Kirwan,
font dans le rapport de 1 à 0,9,
fixe le zéro réel à 600

2

La quatrième détermination étant négative,
prouveroit, ainsi que l'observent MM. Lavoisier
& de Laplace, la fausseté des hypothèses dont
ils sont partis, si la détermination des *capa-*
capacités étoit rigoureusement exacte.

Le peu d'accord qui existe entre ces cinq
résultats paroît renverser les suppositions sur
lesquelles ils sont fondés. MM. Lavoisier & de
Laplace observent, à la vérité, qu'une altéra-
tion très-peu considérable, & tout au plus
d' $\frac{1}{40}$ dans les valeurs des *capacités*, suffit pour

faire coïncider les résultats ; & ils ajoutent qu'ils ne peuvent pas répondre qu'une erreur aussi petite ne s'est pas glissée dans leurs expériences.

Ne pouvant donc pas tirer des conséquences très-directes de ces résultats, rapprochons les expériences publiées par M. Lavoisier dans son Abrégé de Chimie, & voyons les conséquences qu'on en peut déduire.

§. III.

Déterminations du zéro réel déduites des expériences de M. Lavoisier.

Le but de M. Lavoisier en entreprenant le travail que je vais présenter, a été principalement, 1°. de déterminer à très-peu de chose près la quantité de *calorique* que contient l'air vital ; 2°. de prouver que l'eau même à l'état de glace, contient encore beaucoup de *calorique*, & que l'air vital en conserve une quantité très-considérable en se combinant avec le gaz hydrogène.

Ayant essayé de déterminer les quantités de glace qui se fondent pendant la combustion du phosphore, du charbon & de l'hydrogène,

Q iij

MM. Lavoisier & de Laplace avoient obtenu les résultats suivans :

Pour la combustion d'une livre de phosphore 100 liv. de glace.

Pour la combustion d'une livre de carbone 96 8 onc.

Pour la combustion d'une liv. de gaz hydrogène 295 9 gros 3 $\frac{1}{2}$ g.

« La substance qui se forme par la combustion du phosphore étant un acide concret, il est probable, observe M. Lavoisier, qu'il reste très-peu de *calorique* dans cet acide, & que par conséquent cette combustion fournit un moyen de connoître à très-peu de chose près la quantité de *calorique* contenue dans le gaz oxygène. Mais quand on voudroit supposer que l'acide phosphorique retient encore une quantité considérable de *calorique*, comme le phosphore en contenoit aussi une portion avant la combustion, l'erreur ne pourroit jamais être que de la différence & par conséquent de peu de valeur ».

Voici quels sont ses résultats.

Combustion du phosphore.

Quantité de phosphore brûlé..	1 liv.	onc.
Quantité d'air vital nécessaire à la combustion.....	1	8
Quantité d'acide phosphorique		
obtenu.....	2	8

Quantité de *calorique* dégagé pendant la combustion d'une livre de phosphore représentée par la quantité de livres de glace qu'elle peut fondre..... 100,00000 liv.

Quantité de *calorique* dégagé de chaque livre d'air vital dans la combustion du phosphore.. 66,66667

Quantité de *calorique* qui se dégage dans la formation d'une liv. d'acide phosphorique... 40,00000

Quantité de *calorique* resté dans chaque livre d'acide phosphorique..... 0,00000

On ne peut regarder ce dernier énoncé que comme une véritable supposition.

Combustion du carbone.

	liv. onc. g. gra.
Quantité de carbone brûlé...	I cc cc cc
Quantité d'air vital absorbé	'
pendant la combustion.....	2 9 I IO
Quantité de gaz acide carboni-	.
que formé.....	<u>3.9.I.IO</u>

Quantité de *calorique* dégagé pendant la combustion d'une livre de carbone.....

liv. de glace.

96,50000

Quantité de *calorique* dégagé de chaque livre d'air vital....

37,52823

Quantité de *calorique* qui se dégage pendant la formation d'une livre de gaz acide carbonique.....

27,02024

Quantité de *calorique* que conserve une livre d'air vital dans cette combustion.....

29,13844

Quantité de *calorique* nécessaire pour porter une livre d'acide carbonique à l'état de gaz..

20,97960

Combustion du gaz hydrogène.

	liv.	onc.	g.	gra.
Quantité de gaz hydrogène brûlé.	1	cc	cc	cc
Quantité d'air vital employé pour la combustion.	5	10	5	24
Quantité d'eau formée.	6.	10.	5.	24

Quantité de *calorique* dégagé pendant la
combustion d'une livre de gaz
hydrogène.

liv. de glace.

295,58950

Quantité de *calorique* dégagé
de chaque livre d'air vital.

52,16280

Quantité de *calorique* qui se
dégage pendant la formation
d'une livre d'eau.

44,33840

Quantité de *calorique* que con-
serve chaque liv. d'air vital dans
cette combustion.

14,50386

Quantité de *calorique* que
conserve une liv. d'eau à zéro.

12,32823

Nous devons observer que les derniers ré-
sultats de ces trois combustions peuvent pa-
roître inexacts en ce qu'ils sont fondés sur deux

suppositions qu'il est impossible d'admettre ; 1°. que dans la combustion du phosphore l'air vital abandonne totalement son *calorique spécifique* ; 2°. que le phosphore, le gaz hydrogène & le carbone ne contiennent ni *calorique combiné*, ni *calorique interposé*. M. Lavoisier est bien éloigné d'admettre ces suppositions ; on ne peut cependant se dissimuler que la rédaction des trois derniers résultats ci-dessus énoncés peut induire en erreur sur le véritable sens que ce physicien a dû nécessairement y attacher.

Ces expériences n'en sont pas moins d'une très-grande utilité, en ce qu'elles peuvent jeter un grand jour sur le degré de confiance qu'on doit avoir dans les principes fondamentaux du docteur Crawford, & qu'on peut en déduire trois conséquences très-intéressantes.

1°. La quantité de *calorique* que contient une livre d'air vital dont la *température* est à zéro, peut fondre pour le moins 66,66667 l. de glace.

2°. La quantité de *calorique* que contient une livre de gaz acide carbonique dont la *température* est à zéro, peut fondre pour le moins 20,979 livres de glace.

3°. La quantité de *calorique* que contient une

livre d'eau dont la *température* est à zéro , peut fondre pour le moins 12,32823 liv. de glace.

Ces conséquences très-exactes ne sont que le simple énoncé des faits ; elles ne déterminent point le *calorique spécifique* de l'air vital , de l'eau & du gaz acide carbonique lorsque la *température* de ces substances est à zéro , mais elles prouvent seulement qu'il est pour le moins assez considérable pour fondre les quantités de glace ci-dessus énoncées.

Déduisons maintenant de chacun de ces résultats la détermination du zéro réel , & voyons s'il existe entr'elles quelque coïncidence.

Détermination du zéro réel déduite de la combustion du phosphore.

Nous avons vu ci dessus que la quantité de *calorique* qui se dégage de chaque livre de gaz oxigène pendant la combustion du phosphore , peut fondre 66,66667 livres de glace , il est très-probable que l'oxigène retient encore une certaine quantité de *calorique* ; mais pour ne rien supposer , nous négligerons cette fraction & nous n'établirons notre calcul que sur le résultat de l'expérience.

Si la *capacité* de l'air vital étoit égale à celle

de l'eau , la quantité de *calorique* qui se dégage pendant la combustion du phosphore, d'une livre d'air vital, pourroit élever sa *température* de 4000 degrés ; car comme il faut pour fondre une livre de glace une quantité de *calorique* représentée par 60 degrés du thermomètre , la quantité qu'il faut pour fondre 66,6667 liv. est représentée par le nombre 4000.

Mais , suivant la table du docteur Crawford , la *capacité* de l'air vital est à celle de l'eau comme 4,749 : 1 ; divisant donc 4000 par 4,749 , on a le nombre 842 : ce calcul nous indique que le zéro réel déduit de cette expérience seroit à 842 degrés au-dessous du zéro qui est marqué sur le thermomètre.

*Détermination du zéro réel déduite de la
combustion du gaz hydrogène.*

La quantité de *calorique* qui se dégage pendant la formation d'une livre d'eau, fond 44,3384 livres de glace. Il est bien certain que cette quantité de *calorique* est fournie en partie par l'air vital & en partie par le gaz hydrogène ; mais pour nous restreindre aux simples résultats , admettons que le gaz hydrogène en se liquéfiant ne communique aucune

portion de *calorique* ; admettons même si l'on veut , que le gaz hydrogène ne contient point un atôme de *calorique* , & conséquemment que la quantité de *calorique* dégagé pendant la formation de l'eau provient entièrement de l'air vital.

Il entre dans chaque livre d'eau 13 onces 5 gros d'air vital , & puisque la quantité de *calorique* que contient une livre d'air vital peut fondre pour le moins 66,66667 livres de glace ; il en résulte qu'une livre d'eau dont la *température* est à zéro contient encore assez de *calorique* pour fondre 12,3282 livres de glace.

Cette détermination , qui n'est fondée sur aucune supposition , est beaucoup trop foible , parce que nous négligeons de calculer la quantité de *calorique* que contient le gaz hydrogène , & cependant malgré cette omission , nous allons démontrer que le *zéro réel* qui en dérive est encore au-dessous de celui qui est déterminé par l'expérience du docteur Crawford.

Puisqu'une livre d'eau à zéro contient assez de *calorique* pour fondre 12,32823 livres de glace , & que la quantité de *calorique* nécessaire pour fondre une livre de glace est égale à celle qui élève la *température* d'une livre

d'eau de 60 degrés. $12,32823 \times 60$ ou 739 représente le nombre de degrés dont seroit élevée la *température* d'une livre d'eau par la quantité de *calorique* qu'elle contient lorsqu'elle est sur le point de se solidifier. Le *zéro réel* déduit de cette expérience est donc à 739 degrés au-dessous du zéro qui est marqué sur le thermomètre.

Détermination du zéro réel déduite de la combustion du carbone.

Suivant le docteur Crawford, la *capacité* du gaz acide carbonique est à celle de l'eau comme 1,0454 : 1 ; & puisque les expériences de M. Lavoisier nous indiquent qu'une livre de gaz acide carbonique contient assez de *calorique* pour fondre 20,9796 l. de glace (nous négligeons encore dans ce calcul la quantité de *calorique* que contient le carbone), nous pouvons conclure que si la *capacité* du gaz acide carbonique étoit égale à celle de l'eau, la quantité de *calorique* qu'il contient lorsque sa *température* est à zéro, pourroit fondre 20,07 livres de glace, car

$$\frac{20,9796}{1,0454} = 20,07;$$

multipliant ce dernier nombre par 60, nous avons 1204 pour le nombre

de degrés dont la *température* de l'acide carbonique seroit augmentée par la quantité de *calorique* qu'il contient lorsque sa *température* est à zéro.

Ce résultat fixe donc le *zéro réel* à 1204 degrés environ au-dessous du zéro thermométral.

s. I V.

Rapprochement des déterminations du zéro réel déduites des expériences ci-dessus indiquées:

Le zéro réel déduit de la combinaison de l'eau & de la chaux vive dans le rapport de 9 à 16, est à 1537 degrés au-dessous du zéro thermométral, ci. — 1537

Mélange d'acide sulfurique & d'eau dans le rapport de 4 à 3... — 3241

Même mélange dans le rapport de 4 à 5... — 1169

Mélange d'acide nitreux & de chaux vive dans le rapport de $9\frac{1}{3}$ à 1. — $\frac{1889}{-0,01783}$

Expérience du docteur Crawford, sur la combustion du gaz hydrogène. — 680

Expérience de M. Lavoisier, sur la même combustion.....	— 739
Expérience de M. Lavoisier, sur la combustion du phosphore....	— 842
Expérience sur la combustion du carbone, par M. Lavoisier.	— 1204
Comparaison des <i>capacités</i> de l'eau & de la glace déterminées par M. Kirwan.....	— 600

Nous pouvons conclure des différences qui existent entre ces déterminations,

1°. Que le *calorique* obéit aux loix de l'affinité & se combine dans certaines circonstances avec les molécules des corps.

2°. Que les *capacités* ne sont pas permanentes.

3°. Que le *calorique spécifique* n'est point proportionnel aux *capacités*, ou du moins que les trois suppositions suivantes, savoir, la non-combinaison du *calorique* avec les molécules, la permanence des *capacités* tant que les corps ne changent pas d'état, & le rapport proportionnel entre le *calorique spécifique* & les *capacités*, n'existent pas toutes les trois à la fois. Cette dernière conséquence me paroît renverser la théorie du docteur Crawford sur la *chaleur*.

L25

Les déterminations ci-dessus étant déduites d'expériences dans lesquelles il y a dégagement de *calorique combiné*, on pourroit se tromper très-fort en concluant que le zéro réel est au moins à 600 degrés au-dessous du zéro thermométral : il y a lieu de présumer que cette détermination est trop forte, mais rien n'indique encore quelle est la véritable ; il faut pour y parvenir, pouvoir remplir les conditions rapportées au commencement de ce chapitre.

C H A P I T R E S E P T I È M E.

*Capacité de la vapeur aqueuse déterminée
par le docteur Crawford.*

Le docteur Crawford admettant toujours la non combinaison du *calorique* avec les molécules, la permanence de *capacité* tant que les corps ne changent pas d'état, & le rapport proportionnel entre le *calorique spécifique* & la *capacité*, conclut que la *capacité* de l'eau dont la *température* est de 80 degrés, est à celle de la vapeur aqueuse comme le nombre représentant en degrés du thermomètre la quantité de *calorique* que contient l'eau prête à se

Tome V.

R

vaporiser, est à ce même nombre plus celui qui représente de même en degrés du thermomètre la quantité de *calorique* absorbé pendant la vaporisation.

La quantité de *calorique* que contient l'eau lorsque sa *température* est à zéro, pouvant, suivant le docteur Crawford, augmenter sa *température* de 680 degrés, & la quantité de *calorique* que l'eau absorbe pendant sa vaporisation pouvant augmenter sa *température* de 406 degrés (ainsi qu'il résulte des expériences de M. Watt), le docteur Crawford conclut que la *capacité* de l'eau est à celle de la vapeur aqueuse comme $680 + 80 : 760 + 406$, ou environ comme 1 : 1,55.

Cette détermination étant fondée sur trois suppositions, pourroit fort bien ne pas être exacte ; on peut se servir de l'appareil à la glace pour la vérifier & pour la déterminer en cas que celle du docteur Crawford soit éloignée de la vérité.

CHAPITRE HUITIÈME.

Observations sur la respiration, & expériences qui prouvent que la différence qui existe entre la couleur du sang veineux & celle du sang artériel provient du gaz hydrogène carboné.

Ce fut M. Lavoisier qui annonça le premier que la *chaleur animale* dépendoit très-probablement de la décomposition de l'air vital; il développa cette idée dans un mémoire lu à l'académie en 1777, & la présenta, sinon comme une vérité démontrée, du moins comme une conjecture très-vraisemblable.

Le docteur Crawford adopta cette opinion, & publia en 1779 un ouvrage intéressant dans lequel il rassembla une suite d'expériences propres à réaliser ce soupçon.

Cette découverte est une des plus importantes de la *physique animale*.

Pour nous mettre en état de la bien saisir, il faut rapprocher quelques-uns des faits dont l'observation ou la découverte est antérieure.

1°. La *température* des animaux, qui ont des poumons est plus élevée que celle du milieu

R ij

environnant; ceux au contraire qui ne jouissent pas de cet organe ont à peu près la même *température* que le milieu dans lequel ils vivent.

2°. Parmi les animaux à sang chaud, ceux dont les poumons sont plus considérables relativement à leur volume, ont aussi une plus haute *température*.

3°. La *température* d'un même animal est proportionnelle à la quantité d'air qu'il respire dans un tems donné.

4°. Il est prouvé, par les expériences de M. Lavoisier, que l'air atmosphérique est composé d'un quart environ de gaz azote & de trois quarts d'air vital, que ce dernier fluide peut seul servir à la *respiration*, & que pendant cette opération il se convertit en grande partie en gaz acide carbonique.

On pouvoit donc conjecturer, d'après ces premières données, 1°. que c'est à la *respiration* qu'est principalement due l'augmentation de *température* des animaux à sang chaud; 2°. que pendant cette opération l'air vital se change en grande partie en gaz acide carbonique. Mais comment se fait ce changement? où se trouve le carbone nécessaire à la formation de ce nouveau gaz? L'air vital n'éprouve-t-il que ce changement? Telles sont les grandes questions

qu'il falloit résoudre pour arriver à des conclusions directes & dont on trouvera la solution dans la belle expérience que je vais rapporter (a).

(a) Nous devons observer que M. Lavoisier annonça le premier, que probablement il se forme de l'eau pendant l'acte de la respiration ; ce soupçon est une des belles pensées dont ce célèbre physicien a enrichi les sciences. Voici ce qu'il dit à ce sujet dans un mémoire lu à la société royale de médecine en 1785, & imprimé dans les mémoires de cette société en 1787.

« C'est un fait bien anciennement reconnu, que les
» animaux qui respirent ne peuvent vivre qu'un tems
» limité dans une quantité donnée d'air de l'atmosphère ;
» bientôt ils y languissent, ils s'y assoupissent ;
» ce sommeil, d'abord paisible, est suivi d'une grande
» agitation ; la respiration devient pénible, & les animaux
» meurent dans des mouvemens convulsifs. Ces
» accidens se succèdent plus ou moins rapidement,
» suivant que la quantité d'air dans laquelle les animaux
» sont renfermés est plus ou moins grande relativement
» à leur volume & à celui de leur poumon. La vigueur
» de l'animal contribue aussi à prolonger un peu plus long-tems
» son existence ; mais en partant d'une proportion commune,
» on a observé qu'un homme ne pouvoit pas subsister plus d'une heure
» dans un volume d'air de cinq pieds cubes.

» Pour bien connoître le genre d'altération qui ar-

R iij

Le sang, pendant sa circulation, éprouve un changement remarquable de couleur; lorsqu'il passe au travers des veines capillaires, il prend une couleur livide & foncée, & reprend

» rive à l'air lorsqu'il a été ainsi respiré par les ani-
 » maux, j'ai introduit un cochon-d'inde sous une
 » cloche de cristal renversée sur du mercure; elle
 » contenoit 248 pouces cubiques d'air vital; je l'y
 » ai laissé pendant une heure & un quart. Au bout
 » de ce tems, je l'ai retiré de la même manière qu'il
 » y avoit été introduit, c'est-à-dire, en le faisant
 » passer par le mercure: je ne me suis pas aperçu
 » que ces deux passages l'eussent aucunement incoin-
 » modé.

» Pour rendre les comparaisons plus faciles, je sup-
 » poserai que la quantité d'air vital dans lequel le
 » cochon-d'inde a ainsi séjourné fut d'un pied cube
 » ou de 1728 pouces cubiques, & je rapporterai par
 » calcul les résultats de ce volume. Lorsque le cochon-
 » d'inde a été retiré de dessous la cloche, les 1728
 » pouces cubiques d'air vital se sont trouvés réduits à
 » 1572 $\frac{1}{4}$; il y avoit donc eu une diminution de vo-
 » lume de 55 pouces $\frac{3}{4}$; il s'étoit formé en même
 » tems 229 pouces $\frac{1}{2}$ d'air fixe (gaz acide carbonique),
 » dont je me suis assuré en introduisant de l'alkali
 » caustique sous la cloche; enfin, l'air restant étoit
 » encore de l'air vital fort pur.

» En convertissant ces volumes en poids, on aura

une belle couleur vermeille lorsqu'il passe au travers des poumons.

La découverte de ce changement de couleur a fourni les données nécessaires à la dé-

» pour les quantités d'air restant sous la cloche, après
» que l'animal en a été retiré,

	onc.	gr.	gra.
» Air vital,	1	2	1 $\frac{3}{4}$
» Air fixe (gaz acide carbonique),	«	2	15
	<hr/>		
» Total,	1	4	16 $\frac{3}{4}$
	<hr/>		

» L'air dans cette expérience a été diminué d'environ $\frac{1}{12}$ de son volume ; mais il a augmenté de pesanteur absolue, d'où il résulte évidemment, 1°. que l'air extrait quelque chose du poumon pendant l'acte de la respiration ; 2°. que la substance extraite, combinée avec l'air vital, forme de l'air fixe (gaz acide carbonique) ; or, on sait qu'il n'y a que la matière charbonneuse qui ait cette propriété : l'air, par l'acte de la respiration, extrait donc du poumon une matière véritablement charbonneuse.

» Mais il est à considérer que cette augmentation de poids qui ne paroît être que de 21,87 grains, est réellement beaucoup plus considérable qu'on ne la croiroit d'abord ; en effet, dans l'expérience que je viens de rapporter, il n'y a eu que 229 $\frac{1}{2}$ d'air fixe (gaz acide carbonique) formé. Or, d'après des

R iv

monstration de la théorie de M. Lavoisier, sur la respiration & sur la *chaleur animale*.

Le docteur Priestley, dans le cours de ses expériences, observa qu'en exposant du sang

» résultats très-exacts que j'ai discutés ailleurs, 100
 » parties d'air fixe (gaz acide carbonique) en poids
 » sont composées de 72 parties d'air vital & de 28
 » de charbon; ces 229,5 pouces d'air fixe (gaz acide
 » carbonique) obtenus contenoient donc,

» Air vital,	114,84 grains.
» Charbon,	44,66

» Les 114,84 grains d'air vital reviennent, en pouces
 » cubes à $229 \frac{2}{3}$.

» Si donc il n'y avoit eu d'air vital employé qu'à
 » faire de l'air fixe (gaz acide carbonique), la quan-
 » tité restante après l'opération auroit dû être de
 » 1728 — $229 \frac{2}{3}$,

	1498 $\frac{1}{3}$
» Elle ne s'est trouvée que de	1443 $\frac{2}{3}$

» Déficit,	<u>54 $\frac{2}{3}$</u>
------------	------------------------------------

» Il est donc évident qu'indépendamment de la por-
 » tion d'air vital qui a été convertie en air fixe (gaz
 » acide carbonique), une portion de celui qui est en-
 » tré dans le poumon n'en est pas ressorti dans l'état
 » élastique, & il en résulte qu'il se passe, de deux
 » choses l'une, pendant l'acte de la respiration, ou

à de l'air vital & à du gaz hydrogène, on opéroit les changemens de couleurs ci-dessus indiqués; en effet, le sang artériel exposé à du gaz hydrogène prend la couleur foncée & livide du sang veineux; & ce dernier, exposé à l'air vital, acquiert la couleur vermeille du sang artériel. Ces phénomènes ont également lieu lorsqu'on interpose une vessie mince entre le sang & le gaz. Le même physicien a prouvé que dans ces expériences l'air vital est vicié :

» qu'une portion d'air vital s'unit avec le sang, ou
» bien qu'elle se combine avec une portion d'air in-
» flammable (gaz hydrogène) pour former de l'eau. Je
» discuterai dans d'autres mémoires les motifs qu'on
» peut-alléguer en faveur de chacune de ces opinions.
» Mais en supposant, comme il y a quelque lieu de le
» croire, que la dernière soit préférable, il est aisé,
» d'après l'expérience ci-dessus, de déterminer la quantité
» d'eau qui se forme par la respiration, & la quantité
» d'air inflammable (gaz hydrogène) qui est extraite
» du poumon. En effet, puisque pour former 100
» parties d'eau il faut employer 85 parties en poids
» d'air vital & 15 de gaz hydrogène, il en résulte
» qu'avec 54 pouces d'air vital qui se sont trouvés
» manquer, il a dû se former 32,25 d'eau, & qu'il
» s'est dégagé du poumon du cochon-d'inde 4 grains
» $\frac{5}{6}$ de gaz inflammable (gaz hydrogène) ».

par le sang veineux , & que le gaz hydrogène est absorbé par le sang artériel.

L'expérience du docteur Hamilton prouve cette vérité d'une manière encore plus directe. Il fit trois ligatures à la veine jugulaire d'un chat ; ayant retiré le sang compris entre deux de ces ligatures , il y introduisit du gaz hydrogène , & l'y retint en fermant l'ouverture par laquelle il l'avoit introduit. Il défit alors la ligature du milieu , & le sang compris entre la troisième ligature & celle du milieu se trouva en contact avec le gaz hydrogène. Ayant au bout d'une heure retiré le sang de la veine , il le trouva liquide , & vit qu'il avoit acquis une couleur presque aussi foncée que de l'encre.

Il fit au même instant deux ligatures à la veine crurale du même animal , & y intercepta pendant une heure à peu près la même quantité de sang que dans la première expérience. L'ayant retiré , il le trouva coagulé , mais pas encore assez pour qu'il ne fût plus miscible à l'eau ; il ajouta à ces deux portions de sang d'égales quantités d'eau. Celle qui avoit été exposée au gaz hydrogène lui communiqua une teinture plus foncée que celle qui avoit été retirée de la veine crurale.

Ces expériences prouvent , 1°. que la diffé-

rence qui existe entre la couleur du sang veineux & celle du sang artériel, provient du gaz hydrogène; 2°. que ce gaz retarde la coagulation du sang.

Le sang artériel éprouvant donc le même changement de couleur dans les veines capillaires que lorsqu'il est exposé au gaz hydrogène, on peut conclure, avec M. Lavoisier & le docteur Crawford,

1°. Que le changement de couleur que le sang éprouve dans les veines provient de sa combinaison avec ce principe.

2°. Qu'en passant au travers les poumons, le sang abandonne une partie de l'hydrogène qu'il contenoit, & qu'il reprend alors sa couleur vermeille.

3°. Que la *chaleur animale* dépend de la décomposition de l'air vital.

Mais comme tout le gaz hydrogène retiré des matières animales tient en dissolution du carbone, il arrive que pendant la respiration l'air vital qui est reçu dans les poumons se combine avec l'hydrogène carboné dégagé du sang, & forme du gaz acide carbonique avec le carbone & de l'eau avec l'hydrogène.

Si le carbone n'étoit point divisé, il ne se combinerait point à la *température* de 30 de-

grés environ avec l'air vital ; mais étant tenu en dissolution , ses molécules sont écartées , & ont alors plus d'attraction pour l'oxigène.

On ne peut point objecter que le gaz hydrogène & l'air vital mêlés ensemble ne se combinent point , à moins qu'on ne leur présente un corps enflammé ; en effet , les expériences du docteur Priestley & celles de M. Berthollet prouvent que le gaz hydrogène , dans son *état naissant* (ou , ce qui revient au même , l'hydrogène n'ayant plus que très-peu d'adhérence avec le corps auquel il est combiné) , est capable de contracter une union avec l'air vital. Il est clair que dans cette circonstance il y a une attraction de moins ; car les matières animales ne contiennent pas de gaz hydrogène , mais de l'hydrogène.

Je dois observer que l'opinion du docteur Crawford ne diffère de celle que je viens d'énoncer qu'en ce que ce célèbre physicien nomme principe inflammable la substance que j'ai désignée par la dénomination de gaz hydrogène carboné.

C H A P I T R E N E U V I È M E.

La capacité du sang artériel est plus grande que celle du sang veineux.

Le docteur Crawford a mêlé avec de l'eau du sang artériel & du sang veineux retiré de différens animaux à diverses *températures*, & a constamment trouvé, après avoir fait les corrections nécessaires, que la *capacité* du sang veineux est à celle du sang artériel comme 10:11,5 à peu près.

Je dois observer que la détermination de ce rapport est extrêmement difficile; car il faut joindre aux sources d'erreurs énoncées dans les chapitres précédens, la prompte coagulation du sang. Le docteur Crawford, après avoir fait un grand nombre d'expériences & les avoir variées de différentes manières, a trouvé qu'en mêlant 12 parties d'eau avec 1 de sang, la coagulation n'a lieu qu'au bout de plusieurs heures (a).

(a) Le docteur Crawford conclut de ces expériences, que le *calorique spécifique* du sang artériel est plus grand que celui du sang veineux; mais elles indiquent

CHAPITRE DIXIÈME.

Résultats de quelques expériences faites par le docteur Crawford, sur plusieurs animaux.

Ces expériences prouvent, 1°. que la différence qui existe entre la couleur du sang veineux & celle du sang artériel, est moins sensible lorsqu'un animal est placé dans un milieu chaud, que lorsqu'il se trouve dans un milieu froid; 2°. qu'un animal placé dans un milieu froid, consomme plus d'air dans un tems donné, que lorsqu'il est placé dans un milieu chaud.

Le docteur Crawford a fait aussi quelques expériences sur la combustion de la cire, du suif, de l'huile & du charbon, & il en conclut que la quantité de *calorique* qui se dégage pendant l'altération d'une certaine quantité d'air vital par la respiration d'un animal, est égale à celle qui se dégage pendant la combustion de la cire ou du charbon dans la même quantité d'air vital.

seulement, ainsi que nous l'avons prouvé ci-dessus, que la *capacité* du sang artériel est plus grande que celle du sang veineux.

Ces expériences sont faites avec soin, mais sur de très-petites quantités ; elles seroient peut-être susceptibles de quelques réflexions ; mais comme elles ne sont pas nécessaires aux conséquences qui dérivent de cet ouvrage, je me contenterai de les avoir indiquées.

La suite dans le prochain Volume.

N O T E

Sur un Accident arrivé à M. PELLETIER.

JE travaillois avec M. Donadei à l'examen du phosphate calcaire qu'il a rapporté d'Espagne, & faisois quelques expériences comparatives.

J'avois distillé environ une once d'acide phosphoreux (tel qu'on l'obtient du déliquium du phosphore) dans une petite cornue à l'appareil au mercure, & j'en avois obtenu quelques pouces d'air.

Desirant connoître la nature de cet air, j'en mis dans une petite cloche, & je la portai dans une cuve à eau.

1°. Je vis que cet air n'étoit point absorbé par l'eau.

2°. Je fis passer dans environ un pouce de cet air un pouce d'air ordinaire ; leur mélange se fit sans présenter de phénomènes particuliers. La même expérience fut répétée d'une manière inverse.

3°. Je fis passer (toujours sur l'eau) dans une petite cloche cylindrique , un pouce de cet air & un pouce de gaz oxigène ; ou déphlogistiqué ; leur mélange se fit encore sans présenter aucun phénomène , même en procédant inversement.

4°. Alors je fis passer dans un pouce de cet air un pouce de gaz nitreux ; leur mélange produisit un nuage épais & blanc.

5°. Dans une cinquième expérience , j'ai commencé par faire passer dans une cloche cylindrique un pouce de cet air retiré de la distillation de l'acide phosphoreux , j'y introduisis ensuite un pouce d'air déphlogistiqué ; leur mélange se fit paisiblement , comme dans la troisième expérience. Mais ayant voulu y faire passer un pouce de gaz nitreux , il se produisit une détonnation instantanée , la cloche fut brisée en mille morceaux ; j'en ai trouvé des portions à 25 pieds de distance : la partie de la cloche
que

que je tenois de la main gauche dans l'eau , a resté d'un seul morceau ; il n'y a que la portion qui étoit au-dessus de l'eau , laquelle renfermoit les airs , qui a été brisée. J'ai été frappé sur les deux yeux des éclats de la cloche ; la sclérotique de l'œil droit a été coupée d'environ trois lignes , & la paupière inférieure de l'œil gauche a été non-seulement piquée , mais elle a encore reçu une forte contusion , ayant été sans doute frappée par une partie arrondie de la cloche.

Réflexion.

Dans le courant de la distillation de l'acide phosphoreux , j'avois cru reconnoître (par les bulles qui s'échappent lorsque l'on change les cloches) l'odeur du gaz hydrogène phosphoré ; d'après cela , je n'opérois qu'en petit & sur l'eau , & j'étois bien éloigné d'attendre une explosion , d'autant que cet air s'étoit mêlé au gaz déphlogistiqué sans s'enflammer , comme cela arrive avec le gaz hydrogène phosphoré pur.

Je crois cependant que cet air est analogue au gaz hydrogène phosphoré ; mais il n'est point aussi inflammable que celui que l'on obtient en traitant le phosphore avec l'alkali caustique ;

voilà pourquoi j'ai pu l'unir au gaz déphlogistique sans qu'il y ait eu de détonnation. Il arrive aussi que le gaz hydrogène phosphoré le plus inflammable perd de ses propriétés lorsqu'on le garde quelque tems. J'ai aussi fait passer du gaz déphlogistique dans du gaz hydrogène phosphoré très-inflammable sans qu'il y ait eu de détonnation ; mais je présume que si l'on venoit à y faire passer du gaz nitreux , alors il y auroit une forte détonnation , & le chimiste ou physicien qui tenteroit de pareilles expériences , auroit à prendre ses précautions. Il est aisé de rendre raison de ce phénomène.

Quant au gaz hydrogène phosphoré que j'ai obtenu de la distillation de l'acide phosphoreux , l'on peut le concevoir d'après la théorie nouvelle , en admettant la décomposition de l'eau , laquelle aura fourni le gaz inflammable qui , uni à une portion de phosphore , aura produit le gaz hydrogène phosphoré ; & cette décomposition n'a lieu que vers la fin de la distillation de l'acide phosphoreux , lorsque celui-ci est presque à siccité dans le fond de la cornue ; alors le phosphore qui y est contenu décompose l'eau (comme le fait le fer) , & le gaz oxigène ou air pur séparé de l'eau , s'unit à une portion de phosphore ; tandis que l'air

inflammable, autre principe de l'eau, devenu libre, se dégage combiné à une très-petite quantité de phosphore, & dans l'état de *gaz hydrogène phosphoré*; mais il n'est pas assez chargé de phosphore pour s'enflammer lorsqu'on le met en contact avec l'air atmosphérique.

P. S. Depuis mon accident, j'ai plongé une bougie allumée dans ce gaz retiré de la distillation de l'acide phosphoreux, & ce gaz s'est enflammé.



EXTRAIT
D'UNE LETTRE
DE M. SCHURRER,

*Professeur de Chimie & de Physique à l'École
d'Artillerie de Strasbourg,*

A M. BERTHOLLET.

..... J'AI eu l'avantage de voir chez M. Paets Van-Troostwyk la belle expérience sur la résolution de l'eau en gaz oxigène & hydrogène par l'étincelle électrique, & la recomposition de l'eau par la combustion de ces gaz.

J'aurai l'honneur, Monsieur, de vous donner quelques détails qui pourront peut-être servir à faire répéter cette expérience avec plus de facilité. L'instrument que M. Van-Troostwyk emploie est un tube de verre de $1\frac{1}{2}$ ligne de diamètre & de 10 pouces de longueur. On en ferme un bout hermétiquement à la lampe

d'émailleur, après y avoir fait passer un fil d'or fort mince (d' $\frac{1}{12}$ de ligne de diamètre) qui se soude très-bien avec le verre, & qui sert à conduire le fluide électrique dans l'intérieur du tube. La longueur de ce fil est relative à la quantité des deux gaz qu'on veut produire avant de les enflammer. Dans l'instrument de M. Van-Troostwyk, ce fil entre dans le tube de $1\frac{1}{2}$ pouce : on introduit par l'autre extrémité ouverte du tube un fil d'or semblable qu'on peut faire avancer ou reculer librement dans le tube, ensuite on remplit le tube, d'eau privée d'air autant qu'il se peut sous le vide de la pompe pneumatique ou par l'ébullition, & on le place dans un petit vaisseau de façon que son ouverture soit couverte d'eau.

Le succès de l'expérience dépend de la juste force de l'étincelle électrique. L'étincelle d'un conducteur simple, même de la grande machine électrique du cabinet de Teyler, ne suffit pas, il faut employer nécessairement une bouteille de Leide; celle de M. Van-Troostwyk a environ 120 pouces quarrés de surface armée : mais de l'autre part, une étincelle trop forte brise inmanquablement ce tube. Pour parvenir donc à trouver la juste force de l'étincelle électrique sans risquer de casser le tube,

on éloigne le fil d'or inférieur du supérieur d'environ $1 \frac{1}{2}$ pouce, & on le fait communiquer avec la surface extérieure de la bouteille de Leide. On appuie l'extrémité du fil supérieur qui sort du verre contre une grande boule de cuivre isolée, qu'on peut éloigner plus ou moins du conducteur de la machine électrique ; on fait passer ensuite de petites étincelles par le tube (bien séché extérieurement), & on en augmente *peu à peu* la force, jusqu'à ce que l'on voye naître à chaque étincelle une quantité de très-petites bulles de fluide élastique qui se rassemblent au haut du tube.

Ayant ainsi trouvé la force suffisante de l'électricité, on approche avec précaution le fil inférieur du supérieur, jusqu'à ce qu'à chaque étincelle il paroisse dans l'obscurité un petit point lumineux d'environ une demi-ligne de long, au bout des deux fils dans l'eau ; cette distance est alors la plus favorable pour l'expérience, car en approchant plus les fils, l'étincelle électrique passe en rayon continu à travers l'eau & brise le tube ; ce qui n'arrive pas lorsqu'on procède avec les précautions indiquées.

Il faut environ 600 étincelles pour pro-

duire dans le tube une colonne de fluide élastique de $1 \frac{1}{2}$ pouce de long ; l'étincelle électrique passant à travers ce fluide , l'enflamme , & il ne reste ordinairement qu'une très-petite bulle d'air , parce qu'il est très-difficile d'en priver l'eau totalement. Mais en répétant l'expérience trois ou quatre fois de suite avec la même eau , en faisant sortir à chaque fois la petite bulle restante , l'inflammation se fait à la fin sans aucun résidu aériforme quelconque.

M. Van-Troostwyk a obtenu , par un procédé semblable , du gaz oxigène de l'acide sulfurique. L'acide muriatique ne fournit que du gaz hydrogène , l'oxigène étant absorbé par l'acide qui devient oxigéné.

Pour éviter d'autant plus sûrement que le tube ne se brise par la réaction de l'eau sur ses parois , M. Van-Troostwyk y fait une double courbure



& il y introduit en *a* une petite bulle d'air ,

qui, en cédant à l'expansion de l'eau, en diminue l'effet sur le tube ; mais cet air, en se dissolvant dans l'eau, empêche, à mon avis, que l'expérience ne se fasse avec toute l'exactitude possible.

Fin du cinquième Volume.

T A B L E
D E S A R T I C L E S
CONTENUS DANS CE VOLUME.

- M*ÉMOIRE sur la Cause des principaux
Phénomènes de la météorologie ; par M.
MONGE , page 1
- Extrait d'un Mémoire de M. DORTHÈS, D.
M. Membre de la Société Royale des sciences
de Montpellier, &c. sur un Quartz glandu-
leux en crête de coq, qui présente à l'exté-
rieur la configuration du plâtre en crête de
coq de Montmartre ; & sur plusieurs Substances
fossiles dont la substance est différente de celle
des corps dont ils présentent les formes, 72*
- Mémoire sur la Coloration des Matières végé-
tales par l'air vital, & sur une nouvelle Pré-
paration de Couleurs solides pour la peinture ;
par M. DE FOURCROY, 80*

<i>Analyse du Tamarin, & Réflexions sur quelques-unes de ses Préparations médicinales ; par M. VAUQUELIN,</i>	92
<i>Traité de la Culture du Nopal & de l'Éducation de la Cochenille dans les Colonies françoises de l'Amérique ; précédé d'un Voyage à Guaxaca ; par M. THIERY DE MENONVILLE, extrait par M. BERTHOLLET,</i>	107
<i>Observations sur le Platine ; par M. LAVOISIER,</i>	137
<i>Eau Anti-incendiaire. Rapport,</i>	141
<i>Mémoire sur une Masse de Fer natif trouvé dans l'Amérique méridionale ; par Dom MICHEL RUBIN DE CELIS. Extrait de la première partie des Transactions Philosophiques pour 1789, par M. ADÉT,</i>	149
<i>Mémoire sur les différens états des Cadavres trouvés dans les fouilles du cimetière des Innocens en 1786 & 1787 ; par M. DE FOURCROY,</i>	154
<i>Analyse d'une Pierre retirée de la vésicule du</i>	

DES ARTICLES.	283
<i>fiel ; par M. le Professeur GREN. Extrait de CRELL,</i>	186
<i>Second Mémoire sur le Calorique ; par M. SE- GUIN,</i>	191
<i>Note sur un Accident arrivé à M. PELLETIER,</i>	271
<i>Extrait d'une Lettre de M. SCHURRER, Pro- fesseur de Chimie & de Physique à l'Ecole d'Artillerie de Strasbourg, à M. BERTHOL- LET,</i>	276

Fin de la Table.

