books2ebooks.eu

Parrot, Georg Friedrich
Schünmann, Johann Christian

Entretiens sur la physique

Dorpat : De l'imprimerie de J. C. Schünmann, imprimeur de l'Université impériale de Dorpat
1821

e-raamat EOD kaudu
eBooks on Demand
Digitaalkoopia
Tartu Ülikooli Raamatukogust
TARTU ÜLIKOOL
RAAMATUKOGU

Trükise digitaalkoopia ehk e-raamatu tellimine (eBooks on Demand (EOD)) –miljonid raamatud vaid hiireklõpsu kaugusel rohkem kui kümnes Euroopa riigis!



Täname Teid, et valisite EOD!

Euroopa raamatukogudes säilitatakse miljoneid 15.–20. sajandi raamatuid. Kõik need raamatud on nüüd kättesaadavad e-raamatuna — vaid hiireklõpsu kaugusel 24 tundi ööpäevas, 7 päeva nädalas. Tehke otsing mõne EOD võrgustikuga liitunud raamatukogu elektronkataloogis ja tellige raamatust digitaalkoopia ehk e-raamat kogu maailmast. Soovitud raamat digiteeritakse ja tehakse Teile kättesaadavaks digitaalkoopiana ehk e-raamatuna.

Miks e-raamat?

- Saate kasutada standardtarkvara digitaalkoopia lugemiseks arvutiekraanil, suurendada pilti või navigeerida läbi terve raamatu.
- Saate välja trükkida üksikuid lehekülgi või kogu raamatu.
- Saate kasutada üksikterminite täistekstotsingut nii ühe faili kui failikomplekti (isikliku e-raamatukogu) piires.
- Saate kopeerida pilte ja tekstiosi teistesse rakendustesse, näiteks tekstitöötlusprogrammidesse.

Tingimused

EOD teenust kasutades nõustute Te tingimustega, mille on kehtestanud raamatut omav raamatukogu. EOD võimaldab juurdepääsu digiteeritud dokumentidele rangelt isiklikel, mittekommertseesmärkidel. Kui soovite digitaalkoopiat muuks otstarbeks, palun võtke ühendust raamatukoguga.

- Tingimused inglise keeles: http://books2ebooks.eu/odm/html/utl/en/agb.html
- Tingimused saksa keeles: http://books2ebooks.eu/odm/html/utl/et/agb.html

Rohkem e-raamatuid

Seda teenust pakub juba tosin raamatukogu enam kui kümnes Euroopa riigis.
Lisainfo aadressil: http://books2ebooks.eu

Biblioth. in Ropkoy.



1139

ENTRETIENS

SUR LA PHYSIQUE

par

G. F. PARROT,

Professeur de Physique à Dorpat, membre du comité des écoles, Chevalier et Conseiller d'Etat, de l'Institut royal des sciences des Pays-bas, de la Société royale des Sciences de Harlem, des Académies des Sciences de Pétersbourg et de Munic et de plusieurs autres Sociétés littéraires.

TOME QUATRIÈME

avec 2 planches.

DE L'IMPRIMERIE DE J. C. SCHÜNMANN,
Imprimeur de l'Université impériale de Dorpat.
1821.

ENTRETIENS
SUR LA PHYSIQUE.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE QUATRIÈME VOLUME.

DES PHÈNOMÈNES CHIMIQUES.

page.

CINQUANTE QUATRIÈME ENTRETIEN.

Définition de la Chimie. Domaine des affinités. Corps simples et composés 2
Analyse de l'air atmosphérique. Découverte de *l'azote* et de *l'oxigène* 4
Analyse de l'eau. Découverte de *l'hydrogène* 8
Eau oxigénée 10
Analyse du charbon. Découverte du carbone 11
Description de l'appareil pneumato-chimique 13
Description du gazomètre 15

CINQUANTE CINQUIÈME ENTRETIEN.

Propriétés de l'oxigène.

Forme gazeuse, Dégagement de calorique 24
Formation et énumération des *acides* 25
Des acides carbonique, sulfureux et sulfurique, nitreux et nitrique, phosphoreux et phosphorique, acétique, fluorique 27
Des acides muriatiques 34
Propriétés générales des acides 41
Des *oxides* en général et des degrés d'oxidation 43
Des oxides métalliques; de fer, d'arsénic, de manganèse, de plomb 46
Des oxides non métalliques; d'hydrogène, de carbone, d'azote, de phosphore 49

CINQUANTE SIXIÈME ENTRETIEN.

Propriétés de l'hydrogène.

Forme gazeuse, inflammabilité et ses degrés 53
Détonnation, dégagement de lumière 55

Propriétés du carbone.

Le carbone est toujours combiné 57

pag.
Gaz oxide de carbone, gaz hydrogènes carbonés, diamant, noir de fumée 58
Substances végétales 60
Propriétés de l'azote.
Forme gazeuse, irrespirabilité 63
Combinaisons de l'azote avec l'oxigène 63
Des substances non décomposées.
Du *Phosphore*. Son inflammation rapide, son inflammation lente 65
Sa vapeur non élastique, Nouvelle forme de substances . . . 69
Son oxidation dans l'eau 73
Ses combinaisons avec l'hydrogène et avec les métaux . . . 75
Du *Soufre*. Ses propriétés physiques, son insolubilité dans les liquides 79
Hydrogène sulfuré; n'est pas un acide 80
Sulfures métalliques: de fer (volcan en miniature) de mercure . 82

CINQUANTE SEPTIÈME ENTRETIEN.

Du *bore*. Son origine. Sa découverte. Ses combinaisons . . 89
De *l'Iode*. Ses propriétés physiques. Ses combinaisons. Ses acides 90
Considérations sur la nature de ce nouvel oxigène 92
Des *métaux*.
Leur utilité, leur affinité pour l'oxigène, leur énumération et classification 94
Leur oxidation dans l'eau 97
Pesanteur spécifique, ductilté, élasticité, fusibilité 100
Alliages 103

CINQUANTE HUITIÈME ENTRETIEN.

Des *terres* et des *alkalis*.
Leur énumération et propriétés particulières à chacun d'eux . . 107
Hypothèse sur leur composition: L'azote principe alkalifiant . . 116
Décomposition des alkalis découverte par Davy 118
Hypothèse générale fondée sur cette décomposition 121
Opinion de l'auteur 123

CINQUANTE NEUVIÈME ENTRETIEN.

Des *Sels*, ou compositions binaires de substances composées.
Classification et propriétés générales 127
Combinaison des sels avec la chaleur, les substances oxidables, avec d'autres sels 135
Nomenclature générale de la Chimie 140

SOIXANTIÈME ENTRETIEN.

Principes généraux de la Chimie.
De l'affinité physique considérée comme force mécanique . . 149

page.
Rélations de l'affinité physique et de l'attraction de sur face . . 156
Matières colorantes 158
Théorie mathématique des proportions chimiques.
Proportions des affinités chimiques fondées sur la saturation, de Richter 163
Masse chimique de Berthollet 165
Combinaison des gaz en proportions simples des volumes, de Gay Lussac 168

Soixante unième entretien.

Suite de la théorie mathématique des proportions chimiques.
Combinaison de l'oxigène avec les radicaux en proportions simples de poids, de Berzélius 171
Système de Dalton sur la pésanteur spécifique des atomes . 174
Loi de Berzélius sur les sels 176
Les combinaisons produites par l'affinité physique ne suivent pas ces lois 179
Théorie du changement de forme 182
Des conditions nécessaires pour former des acides ou des oxides 191

Soixante deuxième entretien.

Constitution de l'atmosphère ou *Eudiométrie.*
Eudiomètres pour le gaz oxigène, à deutoxide d'azote, à phosphore, à gaz hydrogène 202
Comparaison des eudiomètres à phosphore et à gaz hydrogène . 211
Vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère 214
Acide carbonique contenu dans l'atmosphère 216
Des miasmes et des fumigations de Morveau 221

Soixante troisième entretien.

Lois de l'absorption des gaz par l'eau 225
Absorption des gaz par le charbon et d'autres corps solides . 228
Vertu antiseptique du charbon 232
Principes de l'évaporation et de la condensation des vapeurs dans l'air 236
Hypothèse de l'évaporation par le calorique seul 239
Des hygromètres, à corde de boyau, à cheveu, à baleine, à soie 241

Soixante quatrième entretien.

Objections contre la théorie de l'évaporation par le calorique seul 249
Hypothèse de Le Roi 257
Système de Saussure 257
Système de De Luc 258
Système de l'auteur. Vapeur physique, vapeur chimique, vapeur vésiculaire 260

page.

SOIXANTE CINQUIÈME ENTRETIEN.

Procès de l'inflammation.

Inflammations simples. La chaleur produit les inflammations . 268
Inflammation des substances composées d'oxigène, d'hydrogène et carbone 271
Inflammations spontanées 276
Théorie des poudres fulminantes et de la poudre à canon . . . 279

SOIXANTE SIXIÈME ENTRETIEN.

Description de la lampe de sureté, de Davy 289
La lampe sans flamme, de Davy 292
Le soufflet chimique de Newmann avec le mécanisme de l'auteur 296
Considération sur le dégagement de la lumière par l'inflammation. Les flammes ne sont lumineuses qu'en tant qu'elles contiennent des corps solides sublimés 305

SOIXANTE SEPTIÈME ENTRETIEN.

De la fermentation.

Préliminaires sur la végétation 311
De la fermentation sucrée 319
De la fermentation vineuse et de la distillation 324

SOIXANTE HUITIÈME ENTRETIEN.

De la fermentation acide 339
De la fermentation panée 343
De la fermentation putride. Sur la génération 345
Rapports entre les procès de la fermentation putride et le procès vital 356

SOIXANTE NEUVIÈME ENTRETIEN.

Description du procès de la digestion 364
Discussion sur ce procès considéré comme purement chimique 368

Des sécrétions.

Historique sur les opinions antérieures 373
Sécrétions mécaniques 376
Sécrétions physico-chimiques 377

SOIXANTE DIXIÈME ENTRETIEN.

De la respiration.

Mécanique de la respiration 383
Chimie de la respiration 390
Production de la chaleur animale et de son équillibre . . . 394
Respiration par la peau 396

De la cristallisation.

Végétation métalliques, dendrites, cristaux plumacés 400
Congélation de l'eau pure, de l'eau salée, des métaux . . . 403
Cristallisation compacte des sels 409

Un errata se trouve à la fin du volume.

Cinquante quatrième entretien.

Mr. de P. Nous avons terminé nos entretiens sur les phénomènes de la lumière par une considération générale des effets de l'affinité physique. Cela nous conduit tout naturellement aux phénomènes de la Chimie que je vais mettre à l'ordre du jour, si Madame *de L.* veut bien me le permettre.

Mde. de L. Pourquoi m'y opposerois-je? Il me semble que c'est bien à vous à fixer l'ordre des matières des quelles vous voulez bien nous instruire.

Mr. de P. Je crains, madame, que la multitude de mots, que vous avez nommés barbares et dont je serai obligé de me servir, ne vous décourage.

Mde. de L. Je croirois me rendre bien ridicule si quelques sons étrangers à mon oreille pouvoient me causer de l'éloignement pour aucune partie de l'étude de la Nature. Je pense au contraire que, si je puis seulement conprendre ces mots, ils feront sur moi l'effet d'un nouveau morceau de Musique.

Mr. de P. Au moins d'une Musique pour l'esprit; car ces mots, qui vous sont encore étrangers, forment une nomenclature bien ordonnée qui offre un tableau complet du système entier de la Chimie.

Mr. de L. Au risque de m'attirer de nouveau le

titre de méchant je vous prie, Monsieur *de P.*, de nous donner une définition de la Chimie.

Mr. de P. Cette definition m'embarassera moins que celle du mouvement. La Chimie est cette partie des sciences naturelles qui a la composition et la décomposition des corps pour objet, qui nous instruit des lois qui président à la combinaison des substances hétérogènes. Bref, c'est le vrai théatre de l'affinité, surtout de l'affinité chimique, de cette affinité qui, en combinant des corps de propriétés héterogènes, semble en changer la nature et nous offre l'étonnante variété des productions du règne animal, végétal et minéral et de tant d'autres corps que l'on ne range sous aucun de ces trois règnes.

Mr. de R. Il me semble que vous avez attribué à peu près les mêmes merveilles à l'affinité physique et j'avoue que je ne puis encore distinguer le domaine de ces deux affinités.

Mr. de P. Aussi leur domaine, c'est à dire la matière sur la quelle elles agissent, est-il le même. L'une et l'autre des deux affinités agit partout; mais leur manière d'agir est bien différente. L'affinité physique est le principe du mouvement des molécules de la matière et par conséquent la première source des phénomènes chimiques; car sans nouvement il n'y a point de phénomène. C'est elle qui mêle les substances hétérogènes, en rapproche les molécules et produit le contact de celles qui étoient éloignées les unes des autres. Ce n'est qu'alors que l'affinité chimique peut s'en emparer et les combiner pour produire des substances nouvelles, dont le nombre et la variété surpasse toute imagination.

Le Comte C. C'est un champ immense et celui peut-être qui a été le plus cultivé.

Mr. de P. Cette immensité a bien le droit d'effrayer le plus patient auditoire. Aussi n'ai-je pas l'idée de vous faire parcourir ce champ dans toutes ses parties, de vous conduire dans le labyrinthe de tous les détails que nous en connoissons; je me restreindrai aux notions principales qui nous fournissent des aperçus généraux sur la marche de la Nature dans ce genre d'opérations.

Le Comte C. Ce sera un tableau en grand que j'ai désiré depuis longtems, ne sachant comment ranger le peu de connoissances chimiques que je me suis acquises, surtout depuis qu'il a paru tant de choses nouvelles sur le théatre de cette science.

Mr. de P. Puisque nous allons nous occuper de la composition et décomposition des corps, il est naturel que nous cherchions d'abord à connoitre les substances simples dont la combinaison forme les matières composées. La Chimie compte aujourd'hui environ 46 corps simples, et bien qu'elle ne prétende pas à toute rigueur que ces corps ne sont pas composés, cependant je préfère établir en ceci une distinction. Car si la Nature, comme nous devons le croire, compose toute la matière de quelques substances simples, il est naturel de chercher ces substances dans les masses de matière qui sont le plus généralement répandues, c. à. d. dans l'air, dans l'eau et dans les matières organisées et de considérer comme corps simples les substances qui sont essentielles à ces matières. Toutes les autres, que

la Nature ne nous offre qu'en petite quantité, me paroissent avoir un caractère de simplicité moins décidé, et je suis porté à les désigner par le nom de *corps non décomposées*, réservant le nom de *corps simples* pour les premières.

Mr. de R. Est-on sur d'avoir découvert des substances absolument simples?

Mr. de P. Non; car nous ne nous procurons les substances simples que par voye de décomposition, et la décomposition suppose une autre substance qui s'allie à un des principes du corps composé. Si donc nous ne connoissons pas la troisième substance nécessaire à cet effet, nous ne pouvons pas décomposer le corps donné, sans cependant pouvoir affirmer que ce corps soit simple. Nous avons en outre les impondérables, le calorique et les luminiques, qui se fourrent partout et entrent dans la composition de tous les corps. Commençons nos recherches par celle des corps que nous nommons simples dans le sens que nous avons fixé.

L'air atmosphérique, que les Anciens et les Chimistes modernes avant l'époque de Lavoisier regardoient comme une substance simple, est un corps composé qui se décompose dans cent procès divers, dont je ne vous alléguerai qu'un seul qui suffira pour fixer vos idées là-dessus. On verse une petite portion de mercure dans un vase plein d'air atmosphérique pur et desséché et l'on chauffe ce mercure presque jusqu'à son degré d'ébullition. Petit à petit on voit se former sur la surface du mercure de petites taches rouges qui augmentent en grosseur et en nombre. On continue

l'opération plusieurs jours de suite jusqu'à ce que la formation de cette matière rouge cesse entièrement. Après quoi on laisse réfroidir l'appareil. Le résultat est que l'air renfermé a diminué très sensiblement de volume et de poids, et que le mercure, la matière rouge y comprise, a gagné en poids précisément autant que l'air a perdu. Cette augmentation de poids est causée par la formation de la matière rouge, le reste du mercure n'ayant subi aucun changement. La diminution de volume que l'air a essuyée équivaut à 22 pour cent du tout, et les 78 p. c. qui restent ne peuvent plus servir ni à la respiration ni à la combustion. Un animal qu'on y plonge y meurt subitement et une allumette s'y éteint à l'instant où elle y entre.

Nous concluons de là que l'air ordinaire est composé de deux gaz, dont l'un étouffe les animaux et arrête la combustion et l'autre est le principe de la respiration et de la combustion.

Mr. de L. Cette conclusion me paroit hazardée. Car il seroit possible que le mercure eut enlevé une partie de l'air et rendu le reste irrespirable sans qu'on fut en droit d'admettre une pareille composition de l'air.

Mr. de P. Aussi Lavoisier a-t-il fourni la preuve inverse comme Newton dans sa théorie de la décomposition de la lumière. Il a rassemblé les petites portions de matière rouge de la première expérience et a soumi cette matière à la chaleur rouge dans un appareil propre à recueillir le gaz qui pourroit se dégager de cette opération. Il s'est en effet dégagé un gaz d'un volume égal à celui du déchet de la première

expérience et du même poids, et cette opération a changé la matière rouge en mercure ordinaire. Ainsi la matière rouge étoit composée de mercure et de ce nouveau gaz. Mais quelles sont les qualités de ce gaz? Lavoisier en a pris deux portions avec les quelles il a fait deux expériences brillantes. Il a placé dans la première un petit animal qui y a vécu fort gaîment et environ quatre fois aussi longtems qu'il n'eut vécu dans une égale portion d'air ordinaire. Pour la seconde expérience il a partagé le reste du gaz dans plusieurs flacons et y a enfoncé des corps allumés qui y ont tous brulé avec une vivacité jusqu'alors inconnue. Le soufre par ex. qui, allumé à la flamme d'une bougie, a peine à brûler dans l'air ordinaire, s'enflamme dans ce gaz avec violence et produit une flamme considérable très blanche. Un charbon, dont on n'a allumé qu'un très petit coin et qui s'éteindroit dans l'air en moins d'une demie minute, s'enflamme dans ce gaz et répand une lumière vive. Mais le plus beau phénomène de ce genre est l'inflammation d'un ressort de montre.

Mr. de L. D'un ressort de montre? Mais ce ressort n'est-il pas d'acier, et l'acier peut-il bruler?

Mr. de P. Oui, madame. Il suffit pour cela d'accrocher un brin d'amadou à l'un des ses bouts; d'allumer l'amadou à une bougie et de l'enfoncer avec le ressort dans le gaz. Ce brin d'amadou s'enflamme à l'instant et la chaleur produite par cette inflammation suffit pour allumer le ressort, qui alors brûle de lui-même jusqu'à son dernier bout si l'on a assez de gaz. Et quelle inflammation est-ce! Il se forme au centre de ce superbe procès un bouton éblouissant de lumière

qui lance de toutes parts des étincelles brillantes. Ces étincelles sillonnent l'intérieur de la bouteille comme des éclairs et la lumière qui se dégage dans ce phénomène est aussi vive que celle du soleil; l'oeil ne peut en soutenir l'aspect.

Mr. de R. Voilà des preuves qui, au pied de la lettre, sautent aux yeux!

Mr. de P. Assurément, et j'y ajoute la troisième, qui consiste à mêler ce gaz avec le premier dans les proportions de 22 à 78, ce qui produit un gaz en tout semblable à l'air commun, soit à l'égard de la respirabilité, soit à l'égard de l'inflammation, soit à l'égard des sons. Lavoisier a nommé le gaz si éminemment propre aux inflammations et à la respiration *gaz oxigène*, l'autre, qui n'est propre à aucun de ces deux procès chimiques, *gaz azote*, c. à. d. mortel à la vie. Nous verrons par la suite qu'il existe des gaz encore bien plus mortels que celui-là.

Le jeune de L. Si le gaz oxigène est si favorable à la vie qu'un animal y vit quatre fois aussi longtems que dans l'air commun, pourquoi ne se procure-t-on pas de ce gaz pour prolonger la vie? Les riches au moins, qui je crois ne meurent pas si volontiers que les pauvres, devroient s'en servir.

Mr. de G. Croyez-vous que la Nature se laisse ainsi forcer, que la Providence nous permette d'empiéter sur ses droits, d'annuller ses arrêts éternels?

Mr. de P. On n'a pas eu précisément cette idée; cependant on a cru trouver dans le gaz oxigène un remède souverain contre l'étisie; mais le résultat a été que les malades en sont morts plus vîte, parceque ce

gaz, précisément par ce qu'il augmente très considérablement l'activité du poumon, l'use tout aussi énergiquement; l'étisie est la maladie d'un poumon déja usé. Mais cherchons de nouvelles substances simples et décomposons *l'eau* à cet effet.

Prenons un tuyau de fer ou de porcellaine glacée, mettons y de la limaille de fer (je préfère un faisceau de fils de fer) et plaçons le horizontalement dans un fourneau où on puisse le chauffer jusqu'à rougir. Les deux bouts du tuyau dépassent le fourneau. A l'un des deux on adapte une cornue (un vase quelconque avec un bout de tuyau à sa partie supérieure qui entre dans le tuyau de fer) qui contient de l'eau distillée qu'on fait bouillir. A l'autre bout on adapte un autre tuyau qui passe dans un appareil propre à recevoir des gaz. Le tout ainsi disposé, le tuyau de fer ayant acquis la chaleur rouge jusques dans son intérieur et l'eau étant en état d'ébullition, il est clair que la vapeur passera de la cornue dans le tuyau et se mettra en contact avec le fer rouge. C'est à ce point de ce contact que se fait la décompotion de l'eau. Il se dégage un gaz en très grande quantité pendant toute la durée de l'expérience, et le fer subit un changement que l'on observe le mieux lorsqu'on a employé du fil de fer; le métal est devenu cassant et en outre il se change en lamelles qui sont de vraies lamelles cristallines. Le fer a augmenté de poids par cette opération et si l'on ajoute ce surplus au poids du gaz dégagé, la somme se trouve égale au poids de l'eau vaporisée que l'on a fait passer.

Mr. de V. Ce gaz ne seroit-il pas de l'eau en vapeur?

Mr. de P. Nous allons nous en assurer. Faisons passer quelques bulles de ce gaz au travers de l'eau d'une cuvette, tenant un morceau de papier allumé là où les bulles arriveront dans l'air; ces bulles s'enflamment à l'instant. Ce gaz est le gaz inflammable, à qui Lavoisier a donné le nom de *gaz hydrogène*, parce qu'il est un des deux principes de l'eau. L'autre principe est le gaz oxigène, qui après l'opération se trouve combiné avec le fer et en a augmenté le poids. Ainsi l'eau est un composé d'hydrogène et d'oxigène, dans la proportion de 2 à 1 si on les mesure au volume, dans celle de $11\frac{7}{10}$ p. c. d'hydrogène et $88\frac{3}{10}$ p. c. d'oxigène si on mesure ces gaz au poids.

Mde. de L. Il me paroit inconcevable que l'eau, dont on se sert pour éteindre les incendies, soit composée d'une matière inflammable; c'est, ce me semble, jetter de l'huile sur du feu.

Mr. de P. L'eau est de l'hydrogène déja brulé et voilà pourquoi il ne s'allume plus.

Mde. de L. Mais le charbon est du bois déja brulé, et cependant il brule encore fort bien.

Mr. de P. Pardon, madame. Le charbon est une partie non encore brulée du bois, et le bois brulé, c'est de l'acide carbonique, de l'eau et de la cendre, toutes choses qui ne s'allument pas. Mais permettez moi de remettre à un autre tems l'explication ultérieure de cet objet important, pour vous annoncer qu'on peut faire de l'eau avec du gaz hydrogène et du gaz oxigène. Il suffit pour cela d'avoir dans un réservoir du gaz hydrogène qu'on fait écouler par un tuyau très étroit dans l'atmosphère et d'allumer ce filet de gaz, qui

continuera de bruler comme une bougie tant que le gaz s'échappera. Si l'on renverse un vase de verre et d'étroite ouverture sur la flamme du gaz hydrogène, l'eau formée d'abord en vapeurs, se condense sur les parois du vase. Le gaz hydrogène se combine dans cette combustion avec l'oxigène de l'air commun. Pour faire cette expérience avec exactitude on allume ce filet de gaz hydrogène dans un ballon rempli de gaz oxigène; les volumes des gaz sont mesurés avant et après l'opération et on constate par là les proportions alléguées de ces deux ganz nécessaires pour former de l'eau.

Le jeune de L. Puis donc que nous savons faire de l'eau, nous devons croire que la Nature a fait l'eau des mers, des lacs et des fleuves de la même manière. Mon raisonnement est-il juste?

Mr. de P. Je ne déciderai surement pas là-dessus, n'ayant pas été du conseil de la Création. Mais ce que j'ose bien affirmer c'est que, aujourd'hui, lors qu'il se forme de l'eau dans les procès chimiques de la nature et de l'art, les données sont surement de l'hydrogène et de l'oxigène dans la proportion citée. Mais on avoit faussement conclu de là que l'eau, ne se formant que dans cette proportion de ces deux principes, elle ne pouvoit exister que sous cette proportion. Le célèbre chimiste françois Thénard vient de nous apprendre le contraire. Il a prouvé que l'on peut, par une opération, à la vérité longue et difficile, combiner à de l'eau toute faite une seconde portion de gaz oxigène égale à deux tiers de celle qui entre dans la composition primordiale; et je ne doute pas qu'on ne

découvre bientôt le moyen de combiner également à l'eau toute faite une nouvelle portion d'hydrogène.

L'eau se décompose par un grand nombre de substances. Je ne citerai que le charbon qui, traité précisément comme la limaille ou le fil de fer dans l'expérience précédente, enlève à l'eau son oxigène. Cette combinaison produit *du gaz acide carbonique* qui s'échappe avec l'hydrogène de l'eau devenu libre. On décompose encore l'eau au moyen du fer sans employer la chaleur rouge. Il suffit de mêler à l'eau quelque peu d'acide sulfurique. Cet acide augmente l'affinité chimique du fer pour l'oxigène et produit ainsi la décomposition de l'eau par le fer avec une grande rapidité.

Considérons à présent *les substances organiques.* Leur analyse a prouvé que toutes, à l'exception des acides et des os, sont combustibles et qu'exposées à la chaleur rouge sans le contact de l'air, elles fournissent plusieurs gaz et une substance très connue sous le nom de charbon, qui contient en grande quantité la quatrième substance simple, le *carbone.* Voyons comment on analyse le charbon.

Le charbon végétal ordinaire, exposé à l'air, contient beaucoup d'humidité qu'on ne peut pas considérer comme partie constituante du charbon. On l'en dépouille en l'exposant pendant plusieurs minutes à la chaleur rouge jusqu'à ce qu'il cesse de produire de la flamme. Cette opération ne se borne pas à volatiliser l'eau contenue dans le charbon; mais en décompose les dernières particules dont l'affinité pour le charbon ne cède pas d'abord à l'action de la chaleur rouge, comme je viens de vous l'observer. Ainsi nous pou-

vons considérer le charbon ainsi préparé comme du charbon pur. L'immortel Lavoisier, le père de la Chimie d'aujourd'hui, considéroit, à la cendre près, le charbon pur comme une substance simple qu'il a désignée sous le nom de carbone. Mail il se trompoit à cet égard. Le charbon le plus purifié contient en outre de l'hydrogène, dont la présence se prouve décidément par l'expérience suivante que nous devons au célèbre Physicien hollandois van Marum:

On prend de l'oxide rouge de mercure, le même qu'on obtient par la décomposition de l'air, et du charbon pur, tous deux parfaitement secs, et on les expose ensemble à la chaleur rouge. Le charbon enlève à l'oxide rouge son oxigène avec lequel il forme de l'acide carbonique et le mercure reparoit sous sa forme naturelle. Mais en même tems il se forme une petite quantité d'eau qui se dépose sur la surface froide de la cornue daus la quelle l'opération a lieu.

Mr. de R. Et cette production d'eau prouve évidemment qu'il existoit de l'hydrogène dans le charbon.

Mr. de P. Mais ce n'est pas tout: L'acide carbonique produit par cette opération contient encore de l'eau, qu'on décompose facilement par l'étincelle électrique, en sorte que le gaz hydrogène se dégage et peut être mesuré. Le résultat de plusieurs expériences de ce genre est que l'on doit considérer le charbon végétal pur comme composé d'environ 68 parties de carbone et 1 partie d'hydrogène.

Mr. de T. Permettez moi, Monsieur *de P.*, de vous interrompre pour vous adresser une prière.

Mr. de L. Qui touchera surement la Mécanique.

Mr. de T. Tout juste. *Mr. de P.* nous a décrit plusieurs opérations chimiques où il se forme des gaz qu'on rassemble, mesure, sépare, décompose etc. Je désirerois connoître les appareils dans les quels ces opérations se font; car j'avoue que sans cela je ne vois pas clair dans ces procès.

Mr. de P. Vous avez bien raison et j'aurois dû peut-être commencer notre Chimie par la description de ces appareils. Pour réparer cette faute je vais vous en décrire deux qui vous donneront une idée de la plûpart des autres, *l'appareil pneumato-chimique* et le *gazomètre.*

Le premier est fort simple. abdf (fig. I.) est la coupe d'une cuvette qui porte à un de ses bouts une tablette hi sur la quelle on peut placer des cloches, des tubes ou des bouteilles. Cette tablette a un ou plusieurs trous z qui forment comme le sommet d'un cône creux vzu fixé sous la tablette. On remplit la cuvette d'eau jusqu'à la hauteur co, de sorte que la tablette en soit couverte jusqu'à un demi pouce ou un pouce de hauteur. Voilà l'appareil tout prêt à recevoir, à transvaser, à mesurer des gaz. On prend à cet effet une cloche hnsru sur le côté de la quelle on a tracé une échelle hns dont les degrés correspondent à des volumes égaux de la cloche, par exemple à des pouces cubes. On enfonce cette cloche dans l'eau de la cuvette en sorte qu'elle se remplisse en laissant échapper tout l'air qu'elle contenoit; puis on la redresse et la place debout sur la tablette en sorte qu'elle reste pleine d'eau et que l'un des trous de la tablette se trouve recouvert

par la cloche. Supposons à présent que nous ayons à dégager un gaz, par ex. du gaz hydrogène, par l'action de l'acide sulphurique délayé d'eau sur de la limaille de zink; nous prendrons une cornue de verre à col recourbé mgpqe dans la quelle nous introduirons les ingrédiens nécessaires au moyen de l'ouverture y que l'on refermera d'abord après. Les matières en lk étant en activité et ayant produit assez de gaz pour chasser l'air atmosphérique de l'intérieur, on place la cornue de sorte que son bec e se trouve sous le petit cône vzx. Alors le gaz continuant à se dégager, monte par l'ouvarture z dans la cloche et fait que l'eau de la cloche descend petit à petit dans la cuvette. On peut substituer à la cloche un tube, une bouteille ou tout autre vase dont on place l'ouverture sur le trou z, et à la cornue un vase quelconque où se trouve un gaz déja fait qu'on veut transvaser. L'opération finie, la hauteur de l'eau qui est restée dans la cloche indique à l'échelle la quantité de gaz que l'on a dégagé. Mais pour ne pas se tromper dans cette mesure il faut plonger la cloche dans l'eau jusqu'à ce que l'eau de la cloche arrive au niveau de celle de la cuvette, afin que le gaz ait précisément la même élasticité que l'air extérieur; et le baromètre indiquant la pression de l'atmosphère, on a la densité et le volume du gaz renfermé dans la cloche, parconséquent sa vraie quantité.

Souvent le Chimiste ne peut pas employer de l'eau pour transvaser ses gaz, l'eau en absorbant plusieurs. Pour ces cas là il a un appareil, construit sur les mêmes principes mais sur de moindres dimensions, dans le quel il se sert de mercure au lieu d'eau.

La cloche graduée dont nous venons de parler, ou un tube quelconque partagé en portions de volumes égaux par une division, est déja un gazomètre, c. a. d. un instrument qui mesure les volumes des gaz. Mais Lavoisier, l'inventeur du gazomètre par excellence, nomme *Gazomètre* un soufflet qui fournit continuellement et uniformément un courant de gaz et qui mesure la quantité du gaz écoulé.

Le Comte C. Nous donnerez-vous la description du Gazomètre de Lavoisier?

Mr. de P. Non, monsieur le Comte. On a fait quelques reproches fondés à cette première invention, dont le moindre est que cet appareil est très couteux. Plusieurs Physiciens, sur tout van Marum, ont inventé d'autres mécanismes pour atteindre le but de Lavoisier et ont plus ou moins réussi. Je vais avoir l'honneur de vous décrire celui que mon fils a inventé, par ce que, toute prévention à part, il réunit à un plus haut degré que les autres l'exactitude à la facilité de la manipulation et à la modicité du prix. Veuillez considérer le dessin (Fig. 2 et 3) que je vous présente tout fait, cet appareil ne pouvant guères se dessiner à la main.

A est un vase de ferblanc cylindrique ou carré qui contient un peu plus d'un pied cube. C est un vase semblable et de même volume. E est un ballon de verre posé sur un trépied. De l'autre coté sont les vases D et B en tout semblables et égaux aux vases C et A.

Les vases C et D sont des réservoirs qui contiennent les gaz qu'on veut faire passer dans le ballon E pour agir chimiquement les uns sur les autres. Ces réservoirs sont gradués en pouces cubes que l'échelle

xw indique. Mais cette échelle ne serviroit à rien si on l'appliquoit immédiatement au réservoir, puisque les parois ne sont pas transparentes. C'est pourquoi on a adapté un tube de verre scellé par chaque bout à un tuyau recourbé de laiton dont l'un communique par le fond supérieur, l'autre par le fond inférieur avec l'intérieur du réservoir; de sorte que, si l'on verse une quantité quelconque d'eau dans le réservoir, cette eau se tiendra dans le tube au même niveau que dans le vase, quelle que soit l'élasticité du gaz qui remplit le reste du réservoir. q est un robinet qui communique au moyen d'un tuyau élastique avec le robinet r, en sorte qu'au moyen de ces deux robinets on peut établir ou couper la communication entre le réservoir et le ballon. Si les gaz qu'on veut faire passer des réservoirs dans le ballon doivent être secs, on substituue aux tuyaux élastiques deux gros tubes de verre remplis de chaux on d'alkali caustique, ou du muriate de chaux. Les gaz en passant par ces tuyaux déposent leur humidité dans ces matières.

Mais le réservoir est naturellement plein d'air atmosphérique. Pour le remplir de gaz voici le moyen le plus simple et le plus sur. Le tuyau qr s'enlève et l'on visse à sa place un autre tuyau élastique plus long, dont l'autre bout se visse au haut d'une cloche qui contient déja le gaz qu'on veut faire passer dans le réservoir. Cette cloche est placée sur la tablette de l'appareil pneumatique qui doit avoir assez de profondeur pour qu'on puisse enfoncer la cloche entière et debout dans l'eau. Cela étant préparé, on remplit d'eau le réservoir entier et ferme bien exactement l'ouverture

qui a servi à cet emplissage. Aprésent enfoncez la cloche dans l'appareil pneumatique et ouvrez les robinets du long tuyau, en sorte qu'il y ait communication de la cloche au réservoir. Le gaz ne pourra pas encore passer, quoi qu'il soit pressé par la colonne d'eau de la cuvette, parceque l'eau du réservoir n'a pas d'issue. Mais il passera à l'instant dès que vous ouvrirez le robinet y qui se trouve au fond du réservoir, ce qui permet à l'eau de céder sa place au gaz, sans le forcer de la pénétrer, et avec avantage rélativement à la pureté du gaz, parce que tout gaz forcé de traverser une masse d'eau devient impur par l'air atmosphérique contenu dans l'eau. Le réservoir étant plein de gaz jusques près du fond, on ferme les robinets y et q et l'on ôte le long tuyau élastique.

Le ballon doit de règle être également rempli d'un gaz particulier, et l'opération peut se faire d'une manière analogue en plaçant le long tuyau élastique sur le robinet r et un syphon sur le robinet s qui sert à soutirer l'eau. Mais comme très souvent les parois du ballon ne doivent pas être humides, il faut éviter l'eau. Alors on se sert de la pompe pneumatique, comme nous avons vu autre fois.

Mr. de T. Voilà un appareil qui prouve l'importance et l'utilité de la mécanique des fluides!

Mr. de L. J'attendois cette remarque de l'ami zélé de la Mécanique.

Mr. de P. Remarque qui se confirmera de nouveau et d'une manière à la quelle personne de mes aimables auditeurs ne s'attend.

Je suppose les réservoirs et le ballon remplis des

gaz qu'ils doivent contenir; il s'agit à présent de faire passer du gaz de chaque réservoir dans le ballon avec une vîtesse uniforme déterminée, qui est de règle très lente. C'est à quoi doit nous servir l'eau qui se trouve dans les réservoirs A et B. Cette eau peut s'écouler par le robinet ln dans le tuyau no qui se recourbe à sa partie inférieure pour entrer dans le réservoir C ou D. Cette eau s'accumulera, en raison de la quantité que le robinet fournit, dans ce tuyau jusqu'à une certaine hauteur k et comprimera le gaz du réservoir avec une force égale à la différence de hauteur de k au niveau tt de l'eau dans le réservoir. Si le gaz doit s'écouler par le robinet q avec une vîtesse constante, il est clair que cette différence de niveau kt doit également être constante; ce qui ne peut avoir lieu que dans la supposition que l'écoulement de l'eau par le robinet ln fournisse d'instant en instant une égale quantité d'eau.

Mr. de T. Ce problème doit être difficile à résoudre.

Mr. de P. D'abord il faut pouvoir déterminer avec beaucoup d'exactitude la grandeur de l'ouverture d'écoulement, qui dépend de la position qu'on donne à la clé ó du robinet. Pour cet effet cette clé a une aiguille ór qui marque cette position sur un cadran mn partagé en demi degrés et, pour obtenir plus de justesse, l'aiguille porte un vernier qui partage chaque demi degré en 20 parties égales, en sorte qu'on ne peut pas se tromper de $\frac{1}{20}$ de degré. Mais l'eau du réservoir A s'écoulant petit à petit, son niveau tt s'abaisse et fournit une pression toujours diminuée à l'orifice du

robinet, pression qui doit être parfaitement constante si la quantité de l'écoulement doit l'être.

Mr. de T. Voilà la vraie difficulté, et je prévois qu'il faudra verser continuellement de l'eau dans le réservoir précisément autantqu'il s'en écoule.

Mr. de P. Ce travail, qui d'ailleurs ne peut nullement se faire avec une parfaite exactitude, est inutile. Le réservoir A n'a aucune communication directe avec l'air que par le robinet ln, l'ouverture e par la quelle on emplit ce réservoir d'eau étant fermée à vis pendant tout le tems de l'expérience.

Mr. de T. Alors l'écoulement cessera dès que l'air contenu au dessus du niveau t'u' de l'eau sera dilaté au point que la différence de son élasticité à celle de l'air extérieur soit égale à la pression de l'eau depuis t'u' jusqu'à la clé du robinet, puisqu'alors l'élasticité de de l'air enfermé et la pression de l'eau feront exactement équilibre à la pression de l'air extérieur.

Mr. de P. Fort juste. Il s'agit donc de donner à l'air intérieur un surplus d'élasticité pour produire l'écoulement de l'eau; et cela se fait au moyen d'un tuyau de métal cd ouvert par les deux bouts, dont l'inférieur plonge dans l'eau jusqu'à une certaine distance au dessus de l'orifice n du robinet. L'air extérieur a donc accès à l'intérieur du réservoir A. Mais pour qu'il s'y introduise réellement, il faut qu'il ait sur l'élasticité de l'air enfermé un excès de force égal à la pression que l'eau exerce sur l'orifice inférieur d du tuyau, c. à. d. qu'il surmonte le poids d'une colonne d'eau de la hauteur t'd. Ainsi dès que l'air enfermé a perdu par l'écoulement de l'eau une portion de son élasticité égale

au poids d'une colonne d'eau de la hauteur t'd, l'air extérieur entre dans le réservoir au travers du tuyau en forme de bulles et redonne à l'air audesus de t'' précisément autant d'élasticité qu'il en perd par la continuation l'écoulement. Ce qui fait que la portion entière d'eau depuis son niveau jusqu'à l'orifice d du tuyau ne presse point sur l'orifice du robinet mais est portée par la pression de l'air extérieur, en sorte que l'écoulement ne se fait qu'en vertu de la pression de la partie inférieure de l'eau dont la hauteur est la distance verticale de l'orifice d à l'orifice n.

Mr. de T. J'admire réellement cette idée ingénieus. Ainsi le tuyau étant à sa place, l'eau s'écoule toujours avec la même vîtesse, et l'eau contenue au dessus de l'orifice d n'est qu'un réservoir qui n'a aucune influence sur cette vîtesse.

Mr. de P. Et comme on fait passer ce tuyau au travers d'une boite à cuirs qui ne laisse aucun accès à l'air extérieur, on peut monter ou descendre le tuyau cd à volouté, et une échelle ab placée tout près de lui indique en pouces, en lignes et fractions de ligne l'élévation de l'orifice d au dessus de celui du robiuet.

Mr. de T. Ce mécanisme si simple fournit tout ce qu'on peut désirer, une vîtesse d'écoulement constante et qu'on détermine à volonté.

Mr. de P. Pardon, monsieur de T. Le Physicien doit savoir encore plusieurs choses en sus. Ce mécanisme ne nous apprend pas encore quelle élasticité le gaz a dans les réservoirs C et D et dans le ballon, élasticité que le Physicien doit connoitre exactement pour

calculer la vraie quantité de ses gaz avant et après, sou-souvent pendant l'opération.

Mr. de T. Il me semble que cette élasticité est mesurée par la hauteur kt de l'eau dans le tuyau no au dessus du niveau tt de l'eau dans le réservoir C.

Mr. de P. Cela seroit si les gaz qu'on fait passer dans le ballon ne subissoient à leur réunion aucun changement qui altère leur élasticité. Mais comme de règle ils s'absorbent mutuellement plus ou moins, le poids de la colonne d'eau kt doit produire un écoulement continuel qui absorbe une partie de la force de pression de la part de cette colonne d'eau kt. Ainsi pour obtenir une mesure exacte de l'élasticité du gaz dans le réservoir il faut avoir un instrument à part dont l'effet soit indépendant de l'écoulement. Passons au réservoir D où je vous ai dessiné cet instrument en z, instrument qui n'est autre chose qu'un tube de verre à trois branches dont la première est vissée sur le réservoir de sorte que la gaz passeroit le long de ce tuyau recourbé et se perdroit dans l'air s'il n'étoit arrêté. Pour l'arrêter on verse avant l'opération de l'eau dans la troisième branche qui passe dans la seconde et s'y met de niveau à moitié de la hauteur. On adapte entre ces deux branches une échelle de laiton partagée en pouces et en lignes, de sorte que cette échelle sert à mesurer la différence de la hauteur de l'eau dans ces deux branches dès qu'elle a lieu, et cette différence s'établit aussitôt que le gaz du réservoir subit la moindre compression, ce gaz qui tend à s'échapper par le tube recourbé pressant l'eau de la branche du milieu et la forçant de monter dans l'autre

branche, jusqu'á ce que la différence de niveau fasse équillibre au surplus d'élasticité que le gaz obtient.

Mr. de T. Je conçois cela.

Mr. de P. Le Physicien doit en outre connoitre la température de ses gaz avant, pendant et après l'expérience; car la température influe sur le volume et le volume est l'élément principal de la mesure de la quantité du gaz. Pour cet effet on fait passer dans le réservoir la boule d'un thermomètre p, dont le tube et l'échelle sont à l'extérieur pour l'observation.

Mde. de L. Le Physicien est très exigeant. Le gazomètre me paroit n'avoir pas moins à faire que la machine à feu.

Mr. de P. Le gazomètre est en effet un appareil compliqué. Mais en revanche, madame, dès que vous avez compris son mécanisme, je puis vous dispenser de la description de la plupart des autres appareils chimiques. Il ne me reste plus que de vous dire comment le Physicien se sert du gazomètre pour la composition de l'eau. Supposez le ballon E plein de gaz oxygène que l'on peut renouveller sans cesse par l'appareil dessiné à gauche, et le réservoir D plein de gaz hydrogène. Ce gaz arrive dans le ballon par le tube de métal vu, dont le bout recourbé u se termine en un bouton qui a une ouverture très étroite, afin que le gaz hydrogène n'arrive que lentement, et ne se mêle qu'en très petites portions à l'hydrogène pour ne pas produire d'explosion lorsqu'on l'allume. Et voici une difficulté à vaincre, celle d'allumer ce gaz au moment où il commence à s'écouler; car on ne peut pas introduire un papier allumé dans le ballon fermé de toute part.

Une étincelle électrique produit cet effet, au moyen d'une verge de métal xw, qui, scellée dans un tube de verre it pour l'isoler, reçoit l'étincelle et la fait passer de son bout w au bout u du tube uv. C'est à ce passage de l'étincelle que s'opère l'inflammation du gaz et cette inflammation continue aussi longtems que le gaz hydrogène coule et que le ballon contient assez d'oxigène, que l'on renouvelle par le tube élastique qr, ce gaz se trouvant en abondance dans le réservoir C.

Retournons à présent à nos substances simples.

Mde. de L. J'en serai charmée, car la description du gazomêtre m'a un peu fatiguée.

Mr. de P. Cela me rappelle qu'il est tems de terminer notre entretien.

Cinquante cinquième entretien.

Mr. *de P.* Nous avons appris à connoitre quatre substances simples qui sont l'oxigène, l'azote, l'hydrogène et le carbone. Etudions à présent leurs propriétés principales, pour pouvoir à la suite juger des résultats de leurs combinaisons dont la variété effrayeroit si nous n'étions parvenus à les réduire à des points de vue généraux. Commençons par l'oxigène qui joue le plus grand rôle dans les opérations de la Nature et de l'Art.

L'oxigène n'existe dans toute sa pureté qu'en forme de gaz; car pour lui faire prendre une autre forme il faut l'unir par affinité chimique à une autre substance. Cette propriété de l'oxigène est de la plus grande importance et c'est avec raison que l'on a cherché à en découvrir la cause, qui est probablement le calorique; car dans toutes les combinaisons du gaz oxigène avec les autres substances il se dégage une portion très considérable de chaleur. Telle est celle qui est produite par l'inflammation de toutes les substances inflammables. On pourroit à la vérité imaginer que cette grande quantité de calorique qui se dégage par inflammation provient des autres substances tout aussi bien que de l'oxigène. Mais comme les autres combinai-

sons, où il n'entre point d'oxigène, ne produisent que peu ou point de chaleur, cette opinion est tout-à-fait invraisemblable. Ainsi nous considérons le gaz oxigène comme une substance liée chimiquement à une très grande quantité de calorique qui se dégage en tout ou en partie lorsque le gaz devient ou concret ou liquide par sa réunion avec une autre substance. Ce principe est fertile en conséquences qui jettent beaucoup de jour sur une grande quantité de phénomèns chimiques, dont la première est que *c'est au calorique que l'oxigène doit sa forme gazeuse.*

Le Comte C. J'avoue que je ne vois pas l'importance de cette thèse.

Mr. de P. Je conçois cela; car au tems où vous et moi avons appris la Chimie on ne songeoit pas à cela dans les cours qu'on nous donnoit aux Universités.

Mais la Chimie seroit bien imparfaite, j'ose dire dans l'enfance, si elle n'étoit pas en état de rendre compte des dégagemens et des absorptions de chaleur effectuées par les affinités, et réciproquement de l'influence du calorique dans les procès chimiques.

L'oxigène combiné par l'affinité chimique nous livre deux genres de substances très distinctes les unes des autres, les *acides* et les *oxides.*

Il a déja été question dans nos entretiens de plusieurs *acides* comme d'agens de la plus grande importance. La substance qui s'unit à l'oxigène dans leur formation a le nom générique de *base* ou *radical* et c'est tantôt une substance simple, tantôt une substance non décomposée, tantôt une substance composée. Nous

connoissons environ quarante acides dont le plus grand nombre appartient aux règnes animal et végétal.

Les acides *à base simple* sont:

Acide	*Radical*
carbonique . . .	carbone.
nitrique	azote.
nitreux	

Nous ne connoissons proprement pas encore d'acide dont la base soit l'hydrogène. Les acides *à base non décomposée* sont:

Acide	*Radical*	
sulfurique	soufre.	
sulfureux		
phosphorique . .	phosphore.	
phosphoreux . .		
borique	bore.	
arsénique	arsénic	métaux.
chrômique. . . .	chrôme	
molybdique . . .	molybdène	
colombique . . .	colombium	
tungustique . . .	tungustène	

Les radicaux de ces cinq derniers acides sont des métaux et appartiennent, par conséquent, de même que le bore, au règne minéral. Le phosphore est un produit du règne animal, qui nous fournit en outre encore sept à huit acides dont le radical est composé d'hydrogène, de carbone et d'azote. Le règne végétal nous fournit à peu près dixhuit acides dont le radical est composé d'hydrogène et de carbone.

Le Comte C. Où placez-vous l'acide carbonique?

Mr. de P. Vraiment je ne sais trop; car d'un côté

la Chimie le produit par la combustion des substances végétales et animales et d'un autre côté nous le trouvons tout formé dans un minéral très répandu sur la surface du globe, la pierre calcaire. Ainsi cet acide appartient proprement à tous les règnes de la nature. Enfin nous avons encore deux acides, mais à bases inconnues: l'acide muriatique, et l'acide fluorique.

Le jeune de L. D'où vient qu'on ne connoit pas encore ces radicaux?

Mr. de P. Par ce que nous n'avons pas encore pu décomposer ces acides, tous les réagents connus n'y suffisant pas. Nous n'en avons trouvé encore aucun qui enlève l'oxigène au radical ou le radical à l'oxigène de ces acides.

Parmi le grand nombre des acides il en est quelques-uns qui jouent un rôle principal dans les procès chimiques. Permettez moi de vous les faire connoitre de plus près.

Commençons par *l'acide carbonique.* Sa forme naturelle est celle de gaz qu'il n'échange contre une autre forme qu'en se réunissant à un autre corps; et ce qu'il y a de singulier, c'est que cet acide, composé de carbone et d'oxigène, a précisément le même volume que le gaz oxigène qui a servi à sa formation. Il suit de là que sa densité ou pesanteur spécifique doit être plus grande que celle du gaz oxigène; elle excède de plus de moitié celle de l'air atmosphérique. Il est composé de $72\frac{2}{3}$ parties d'oxigène et $27\frac{1}{3}$ de carbone. Nous le trouvons tout formé dans la pierre calcaire qui est composée d'environ 55 parties de chaux pure, de 37 parties d'acide carbonique et de 8 parties d'eau. Ainsi

vous voyez que la Nature a produit l'acide carbonique en quantité prodigieuse, et nous l'en séparons par la chaleur rouge ou par un autre acide qui a une plus grande affinité avec la chaux. C'est ce dernier procédé dont on se sert ordinairement pour se procurer de l'acide carbonique; on verse de l'acide sulfurique délayé d'eau sur de la pierre calcaire ordinaire, du marbre ou de la craie. Le mélange se met en effervescence et l'acide carbonique se dégage en forme de gaz qu'on fait passer au moyen de l'appareil pneumato-chimique dans un vase quelconque. Mais nous formons aussi cet acide par la combustion des substances végétales et surtout du charbon. Il se produit en outre sans l'aide de la chaleur rouge par toutes les espèces de fermentation et par la respiration. Le procès de la végétation le compose et le décompose.

Mr. de R. Ainsi l'air que nous avons respiré se change en acide carbonique.

Mr. de P. En partie, et comme ce gaz est irrespirable vous voyez pourquoi nous sommes obligés de renouveller l'air de nos chambres si nous ne voulons pas être étouffés.

Mr. de G. Et voilà la première ligne de l'Emile de J. J. Rousseau: *l'haleine de l'homme est mortelle à l'homme* confirmée par la Chimie! Malheureusement elle ne l'est que trop souvent par la Morale.

Mr. de R. Heureusement elle n'est pas moins souvent réfutée.

Mr. de P. Remettons cette discussion à un autre moment pour nous occuper de deux acides qui ont le soufre pour radical.

Mr. de T. Je m'étois déja étonné de voir dans la liste des acides deux substances de ce genre à même base. Comment cela se fait-il?

Mr. de P. En variant les proportions de l'oxigène à la base. La Chimie nous a appris qu'il y a pour certains radicaux deux proportions sous les quelles l'oxigène se réunit au radical. L'acide qui contient le moins d'oxigène se termine en *eux* et celui qui en contient le plus se termine en *ique*. Ainsi *l'acide sulfureux* est composé de 52 parties de soufre et de 48 parties d'oxigène, tandis que *l'acide sulfurique* est composé de 42 parties de soufre et de 58 parties d'oxigène. L'acide sulfurique se combine avec un très grand nombre de substances, telles que les alkalis, la plûpart des métaux et des terres; il décompose la plûpart des sels et presque toutes les substances animales et végétales. Son usage est si étendu qu'autre fois on le nommoit le glaive chimique.

L'azote nous livre également deux acides aux quels il sert de radical, *l'acide nitreux* et *l'acide nitrique*. Le premier contient 66 parties d'oxigène sur 34 d'azote et le second de $70\frac{1}{3}$ parties d'oxigène sur $29\frac{2}{3}$ d'azote. L'acide nitreux a toujours la forme de vapeur et une couleur orange très rougeâtre. Son odeur est très forte et désagréable, et il est très dangereux de le respirer; il a souvent abrégé les jours de plus d'un Chimiste; tout animal qu'on y plonge y meurt à l'instant. L'acide nitrique est liquide et sans couleur. Il décompose sur le champ les substances organiques et est par-conséquent, de même que l'acide nitreux, un des plus violents poisons. L'oxigène qu'il contient de plus que

l'acide nitreux s'en dégage facilement, même, ainsi que nous l'avons vu, par l'action de la lumière, et sert souvent à être combiné à d'autres substances.

Le Phosphore donne également lieu à deux acides, le *phosphoreux* et le *phosphorique*. Dans le premier la proportion de l'oxigène au phosphore est $52\frac{1}{2}$ à $47\frac{1}{2}$; dans le second $60\frac{2}{3}$ à $39\frac{1}{3}$. L'acide phosphoreux se compose avec la plus grande facilité quoique lentement; il suffit de présenter le phosphore à l'air sur une tasse et de le recouvrir d'une cloche de verre qui a une ouverture en bas et une en haut pour renouveller l'air. Le phosphore se combine avec l'oxigène de l'atmosphère et cela d'autant plus vîte que l'air est plus humide. L'acide découle du phosphore dans la tasse en forme de liquide très transparent et incolore mais visqueux. En cet état il est joint avec de l'eau qu'il a tirée de l'air humide. On l'en dégage en partie en le chauffant légèrement. Si l'on augmente la chaleur jusqu'à 200 degrés C. alors l'acide se change en acide phosphorique.

Le Comte C. D'où lui vient le surplus d'oxigène qu'il acquiert par cette augmentation de température?

Mr. de P. De la décomposition de l'eau qui cède au phosphore son oxigène; car cette opération dégage du gaz hydrogène. Si l'on continue d'augmenter la chaleur jusqu'à la chaleur rouge, l'acide finit par se vitrifier; ce qui nous offre le phénomène surprenant d'une substance vitrifiée tirée du règne animal. Au reste l'acide phosphorique se fait aisément d'une manière bien plus simple. Prenez un morceau de phosphore, placez le sur une assiète recouverte d'une grande cloche pleine d'air ou de gaz oxigène sec, et allumez le, soit au moyen

d'un fer rouge soit par un verre ardent. Son inflammation produira une quantité de flocons très blancs qui se tapisseront sur l'assiète et les parois intérieures de la cloche. Ces flocons sont l'acide phosphorique, qui par conséquent a la forme concrète dans son état naturel. Si on l'expose à l'air humide il devient liquide en attirant l'humidité.

Mde. de L. Comment ferai-je, monsieur de P., pour retenir toutes ces proportions de l'oxigène à la base dans les acides? Avouez que cela n'est pas facile.

Mr. de P. Vous voudrez bien, madame, accepter cette liste que j'ai à la main et que je me suis faite pour venir à l'aide de ma mémoire qui, comme la vôtre, ne se soucie nullement de se charger de tant de nombres.

Le Comte C. Et madame de L. vondra bien nous permettre à nous autres d'en prendre copie.

Mr. de P. Passons à présent aux acides à radical double que nous trouvons dans le règne végétal. Nous connoissons la proportion de leurs principes beaucoup moins que celle des autres; nous n'avons l'analyse que de six à sept de ces acides et encore les résultats des analyses des plus célèbres Chimistes de nos jours varient-ils considérablement. Prenons l'acide acétique, le vinaigre destitué d'eau, pour exemple; en voici les proportions d'après Berzelius, Chimiste suédois et d'après Gay-Lussac, Chimiste françois:

	Berzelius.	*Gay-Lussac.*
Oxigène	23	44
Carbone	31	31
Hydrogène	46	6

J'avoue que je ne connois pas la source de cette énorme différence, n'ayant pas examiné la méthode dont ces deux grands Chimistes se sont servi. Elle se trouvera apparemment dans une erreur de calcul, ces analyses étant très compliquées et ne fournissant qu'indirectement les résultats; car nous ne pouvons pas douter de l'exactitude des expériences.

L'acide acétique est le vinaigre, que tout le monde connoit, que nous produisons pour les usages de la cuisine et de la Médecine, que la Nature offre dans la sève de tous les végétaux, dans la sueur, dans l'urine, même dans le lait, dans les produits de la fermentation et de la putréfaction. Bref, il paroit qu'il ne se fait aucune décomposition dans les matières végétales et animales sans qu' il se compose de cet acide. Mais le vinaigre commun n'est pas de l'acide pur; il est délayé d'eau et on l'en purge par la simple distillation. Au reste ce qu'on nomme *vinaigre distillé* n'est pas encore entièrement purgé d'eau. Le *vinaigre radical* se produit par la distillation d'une solution de cuivre dans le vinaigre, nommée acétate de cuivre. En distillant de nouveau le vinaigre radical on obtient l'acide acétique dans sa plus grande pureté en forme cristalline. Les autres acides végétaux peuvent être considérés comme des modifications de l'acide acétique; ces modifications sont déja très nombreuses et de tems en tems on en découvre de nouvelles, et elles ont toutes la forme cristalline.

Dispensez moi, madame et messieurs, de vous parler des acides du règne animal qui n'ont d'interêt que pour le Chimiste de profession; vous préférerez sure-

ment connoître ce que l'on sait des acides à base inconnue.

Me. de L. Ce sera apparemment peu de chose.

Mr. de P. Pardon, madame; car précisément les efforts qu'on a faits pour découvrir leur radical nous ont fait connoître ces acides peut-être mieux que les autres. Commençons par l'acide fluorique, que la Nature ne nous offre que combiné avec la chaux et plus rarement avec l'alumine, dont on le sépare au moyen de l'acide sulfurique qui s'empare de la chaux et laisse échapper l'acide fluorique en forme de vapeurs qui en se condensant produisent un liquide sans couleur. Cet acide se distingue de tous les autres par la propriété exclusive qu'il a de dissoudre à froid la silice, et par conséquent le verre, ce qui fait que l'on ne peut contenir cet acide dans des vases de verre; on en employe de plomb. Il est extrêmement corrosif, plus que tous les autres acides; il a une odeur très piquante et désagréable; il désorganise la peau et la chair très promptement et avec une douleur cuisante. Il résiste au froid qui fait geler le mercure et bout à une basse température, peut-être de 24 degrés R. Mis en contact avec l'air il se vaporise et produit par sa réunion avec la vapeur de l'air une fumée blanche. Sa propriété de dissoudre le verre fait qu'on l'employe pour graver sur verre comme on grave sur cuivre avec l'acide nitrique ou l'eau forte.

A présent, madame, je vous demanderai toute votre attention pour vous parler de *l'acide muriatique* qui, à force d'avoir été soumis à l'examen des Chimistes, est devenu pour eux-mêmes une énigme.

Me. de L. Cela est plaisant.

Mr. de P. Et vrai. Entrons en matière. Notre sel commun est un composé de soude et d'acide muriatique. On dégage cet acide en forme gazeuse en versant de l'acide sulfurique sur le sel et en chauffant le mélange. Pour l'usage ordinaire on le combine avec de l'eau qui l'absorbe avec avidité. Aucune température ne fait effet sur lui; il ne change ni d'état ni de propriétés. Mis en contact avec l'air il ne fait que s'emparer des vapeurs d'eau avec les quelles il forme comme l'acide précédent une fumée blanche.

Prenons une portion d'acide muriatique liquide concentré, c. à. d. contenant le moins d'eau possible, et jettons y environ $\frac{1}{5}$ en poids de peroxide de manganèse pulvérisé. Cette nouvelle substance est un composé de manganèse et d'oxigène qui abandonne facilement une partie de son oxigène. En soumettant ce mélange à une légère chaleur il se dégage un gaz jaune-verdâtre dont l'odeur et la saveur sont fortes et désagreables et très distinctes de celles de l'acide muriatique, et le peroxide de manganèse a perdu une partie de son oxigène, en le cédant à l'acide muriatique. Voilà pourquoi on nomme ce nouveau gaz *acide muriatique oxigéné.* Il se comporte à tous égards comme les autres acides avec cette différence néanmoins qu'au lieu de rougir simplement la teinture de tournesol, il la détruit de même que toutes les autres couleurs tirées du règne végétal. Cette propriété l'a fait employer pour le blanchissage, invention dûe au celèbre Berthollet. On trempe d'abord pour cet effet les fils et les tissus de chanvre, de lin ou de coton, dans l'eau pendant quelques jours et on les lescive dans une lescive ordinaire; ensuite on les

plonge dans l'acide muriatique oxigéné; on répète ces deux dernières opérations plusieurs fois. Enfin on plonge les matières à blanchir dans de l'acide sulfurique délayé dans près de mille fois son poids d'eau. Pour affoiblir l'odeur qui seroit nuisible aux blanchisseurs on jette une quantité de craie dans l'acide muriatique oxigéné. Vous connoissez, madame, le blanchissage ordinaire et vous jugerez par l'exposé de cette nouvelle méthode que l'acide muriatique oxigéné fait ici l'effet des raysons solaires.

Me. de L. Et je n'oublie pas que cette identité d'effets est une des preuves de l'existence du luminique.

Mr. de P. Et cette réminiscence fait preuve de l'intérêt qne vous avez prêté à nos entretiens sur la lumière. Je compte d'autant plus surement sur celui que vous accorderez à l'acide muriatique oxigéné lorsque j'aurai l'honneur de vous dire que cet acide est souverainement propre à désinfecter l'air corrompu par les miasmes, matières encore inconnues produites par la putréfaction, les maladies putrides et même la respiration ordinaire, qui infectent l'air des hopitaux, des vaisseaux et des prisons. Nous devons cette grande découverte au célèbre Guyton-Morveau.

L'acide muriatique oxigéné a encore la propriété étonnante d'enflammer plusieurs métaux soit à la température ordinaire, soit à une température plus élevée, tels que l'arsénic, l'antimoine, le zink, le cuivre, le mercure, l'étain etc. Vous savez en outre, qu'un mélange de cet acide avec du gaz hydrogène s'enflamme dès qu'il est frappé des raysons solaires. Enfin cet acide dissout tous les métaux sans exception, et se distingue

encore des autres acides en ce qu'il est le seul qui dissolve l'or et le platine.

L'acide muriatique oxigéné peut s'allier à une nouvelle portion d'oxigène, et se nommé alors *acide muriatique suroxigéné.* Sur 100 parties de ce nouvel acide il y a 82 parties d'acide muriatique oxigéné et 18 parties d'oxigène. Cet acide a également la forme de gaz, de couleur vert-jaune très foncé et a également une odeur particulière. Une chaleur douce est suffisante pour le décomposer, c. à. d. en séparer l'oxigène en sus, ce qui paroit d'abord par l'augmentation de volume de 5 à 6. Il perd cette portion d'oxigène par toutes les substances inflammables. L'hydrogène, le phosphore, le souffre, l'antimoine, le fer, le cuivre même, s'y enflamment spontanément.

En résumant tout ce que nous venons d'apprendre sur l'acide muriatique et ses composés il paroit évident que nous avons trois acides à même base inconnue qui ne se distinguent l'un de l'autre que par différentes proportions d'oxigène. Eh bien! toute cette théorie en apparence si simple et si bien combinée, si analogue à tout ce que nous savons sur les acides, le célèbre Davy, à qui la Chimie et les Arts doivent tant de découvertes importantes, l'a attaquée et espère l'avoir renversée.

Me. de L. Comment cela est-il possible? Il existe à ce qu'il me semble tant d'harmonie entre les faits et la théorie que je ne conçois pas de quel côté celle-ci est attaquable.

Le Comte C. J'ai quelques notions historiques sur cette question devenue si fameuse; mais je n'ai pas eu

l'occasion de l'étudier et je suis très empressé de savoir à quoi je dois m'en tenir.

Mr. de P. Je ferai de mon mieux pour vous mettre à même de juger quel parti l'on doit prendre, quoique cet objet soit un des plus délicats de la Chimie.

Gay-Lussac et Thénard sont les premiers qui, fondés sur quelques expériences, ont annoncé qu'on pouvoit expliquer tous les phénomènes de l'acide muriatique oxigéné en admettant que cette substance est un corps simple, non un composé, comme l'on avoit cru jusqu'alors. Cependant ils ne se décidèrent pas contre l'opinion reçue. Davy, plus hardi et fondé sur de nombreuses expériences nouvelles, affirma positivement que ce que l'on nommoit jusqu'alors acide muriatique oxigéné n'est pas du tout un acide, mais une substance simple. Il la nomme *Chlorine*, nom grec qui se rapporte à sa couleur. Par contre l'acide muriatique non oxigéné est dans la théorie de Davy un acide composé de Chlorine et d'hydrogène. Enfin l'acide muriatique suroxigéné est composé de Chlorine et d'oxigène, et ce grand Chimiste le nomme *Euchlorine*.

Davy proteste d'abord contre toutes les expériences faites avec l'acide muriatique oxigéné (Chlorine) dont on n'a pas soigneusement éloigné toute vapeur d'eau, et prouve que la Chlorine bien desséchée n'affecte que difficilement les substances colorées, et commence par rougir la teinture de tournesol avant de la blanchir, ce qui n'a pas lieu avec la Chlorine humide; il prouve en général que les soi-disantes décompositions de l'acide muriatique oxigéné n'ont pas lieu sans vapeur d'eau. Fondé sur ces premières expériences il exige qu'on ne

regarde comme vraie Chlorine que celle qui est entièrement purgée d'eau. Quelques autres attaques indirectes du système reçu, comme par ex: que la Chlorine dissout le mercure sur le quel l'Euchlorine n'a pas de prise, n'ont pas de poids. Son système repose principalement sur les deux faits suivants qui sont hors de doute:

Deux volumes égaux de Chlorine (acide muriatique oxigéné) et de gaz hydrogène, tous deux parfaitement secs, produisent de l'acide muriatique sec, sans aucune particule d'eau.

Kalium (le métal qui se combine le plus facilement avec l'oxigène et les acides) chauffé dans l'acide muriatique parfaitement sec, produit un sel et dégage du gaz hydrogène.

Davy prétend avoir prouvé par la synthètiquement et analytiquement que l'acide muriatique est composé de Chlorine et d'hydrogène, et dit: Si la Chlorine étoit un acide, son oxigène se combineroit dans la première expérience avec le gaz hydrogène et formeroit de l'eau. Au lieu de cela il se forme l'acide muriatique. Ainsi la Chlorine est un principe acidifiant et l'acide muriatique un acide dont le radical est l'hydrogène. Dans la seconde expérience on voit l'acide muriatique décomposé par le Kalium qui enlève le principe acidifiant et met l'hydrogène en liberté.

D'un autre côté les partisans de l'ancien système disent: Nous composons l'acide muriatique oxigéné d'acide muriatique ordinaire et d'oxigène que nous enlevons à l'oxide de manganèse ou à l'acide nitrique, et nous sommes en état de décomposer l'acide muriatique

oxigéné non seulement par l'inflammation des métaux, mais aussi par l'hydrogène en lui enlevant son oxigène pour former de l'eau. Il suffit pour cela de mettre en contact cet acide avec de l'ammoniaque (substance composée d'azote et d'hydrogène) l'un et l'autre parfaitement secs. Les produits sont l'acide muriatique, de l'azote et de l'eau.

Le Comte C. Ainsi voilà les faits opposés aux faits, les preuves aux preuves.

Mr. de L. Par quel tour de force déciderez-vous la chose, monsieur le Physicien? Vous tirerez-vous aussi bien d'affaire que pour la théorie du choc des fluides?

Mr. de P. Non. Tout ce que je sais sur cet objet ne me met pas en état de réfuter Davy. Néan moins je ne regarde ses expériences que comme des difficultés, comme un noeud gordien dont il garotte l'ancien système sans pouvoir l'étrangler. Quant à moi je reste attaché à ce système par les raisons suivantes:

L'oxigène est dans tous les autres acides, dont la base est connue, le principe acidifiant. La Chlorine est selon Davy le second principe acidifiant et cela pour l'hydrogène seul, tandis qu'elle donne de l'oxigène aux métaux qu'elle enflamme. Cela me paroit contradictoire. Bien plus: Davy, quoiqu'il ait donné à l'acide muriatique suroxigéné le nom d'Euchlorine, n'a pas prouvé qu'il n'est pas un acide; tous les faits au contraire prouvent qu'il est un vrai acide. Ainsi le second principe acidifiant produit un acide en s'unissant à l'oxigène, et fait parconséquent ici l'office de radical; et voilà la Chlorine devenue un être hermaphrodite, en

même tems radical et principe acidifiant, c'est à dire doué de deux propriétés opposées l'une à l'autre; conçoive cela qui pourra! Quant à moi je ne puis me décider à renverser la belle théorie de Lavoisier si bien établie par plus de trente analogies que nous offre la formation des acides, et cela en faveur d'une seule substance qui nous offre quelques énigmes à deviner.

Enfin il est un mode de conciliation que je ne puis passer sous silence. Considérons l'acide muriatique oxigéné (la chlorine) comme le premier de ces acides à base inconnue, celui qui a le moins d'oxigène, et nommons le, conformément à la nomenclature adoptée pour les autres acides, *acide muriateux;* l'acide muriatique suroxigéné sera *l'acide muriatique* et ce que nous avons nommé jusqu'à présent acide muriatique sera une combinaison de l'acide muriateux avec de l'hydrogène. Qu'en pensez-vous, monsieur le Comte?

Le Comte C. J'adopte volontiers ce système qui me paroit lever les difficultés en ce que sans contredire à l'ancien système, il rend compte de l'hydrogène que Davy a découvert dans l'acide muriatique de ce système.

Mr. de P. Le célèbre Chimiste françois Thénard a adopté à peu-près la même idée; seulement il ne l'a pas exprimée dans la nomenclature ordinaire des autres acides; il a conservé les noms d'acides muriatique oxigéné et sur-oxigéné et nomme l'ancien acide muriatique *acide hydro-muriatique.*

J'ai eu l'honneur de vous livrer, madame, la description de plusieurs acides et de leurs propriétés. Je ne pourrois que vous ennuïer sans fruit si je voulois pousser ces détails plus loin; permettez moi d'ajouter

encore quelques considérations générales. La première est que les acides sont composés d'oxigène comme principe acidifiant et d'un radical, tantôt simple, tantôt composé et que la plupart des radicaux sont inflammables, l'azote faisant seuls exception. La seconde est que plusieurs radicaux simples et non décomposés se combinent avec l'oxigène sous deux proportions fixes pour former deux acides. La troisième est que les radicaux composés de carbone et d'hydrogène, ou de carbone, d'hydrogène et d'azote se combinent avec l'oxigène sous un très grand nombre de proportions que nous ne connoissons sûrement pas encore toutes et qui dépendent des proportions des parties constituantes du radical. La quatrième est que les acides peuvent se combiner ensemble, les uns par l'affinité chimique, les autres par l'affinité physique. Dans le premier cas il y a décomposition de l'un des deux acides combinés, et c'est le cas où l'on a un acide au maximum d'oxigène et l'autre au minimum, et alors les acides changent d'état; celui qui étoit au maximum arrive au minimum et celui qui étoit au minimum arrive au maximum. Cependant on a observé que l'acide nitreux cède son oxigène à l'acide phosphoreux et se décompose par là entièrement. Le second cas a lieu entre les acides qui ont la même forme, c. à. d. qui sont ou liquides ou gazeux. Ainsi l'acide sulfurique et l'acide nitrique se mêlent en vertu de l'affinité physique, de même l'acide carbonique avec l'acide muriatique. Mais par contre les acides liquides expulsent de leur sphère les acides gazeux. La cinquième observation est que les acides en forme de gaz sont absolument irrespirables et

impropres à entretenir la combustion. L'acide muriateux fait seul exception en ce que, quoique irrespirable, il enflamme spontanément plusieurs métaux; l'acide muriatique ne produit cet effet que lorsqu'il a perdu l'oxigène qu'il a en sus de l'acide muriateux par le métal même qu'on offre à l'inflammation et qui lui enlève cette portion d'oxigène avant de s'enflammer.

Mr. de T. Permettez moi de faire une objection contre cette thèse. Il me semble que même les acides liquides produisent des inflammations spontanées, témoin celle des huiles essentielles par un mélange d'acide sulfurique et nitreux.

Mr. de P. Les acides nommés ne font autre chose dans cette expérience que d'échauffer l'huile presque jusqu'à l'incandescence et d'augmenter par là leur affinité pour l'oxigène de l'air qui seul produit l'inflammation, qui n'a pas lieu dans le vide.

Enfin tous les acides ont la propriété de s'unir fortement avec l'eau; ils s'en emparent avec avidité partout où ils la trouvent. C'est à cette propriété, que l'acide sulfuriqne possède au degré le plus éminent, qu'on doit la qualité dessicative que cet acide a témoignée dans l'expérience du froid artificiel. En enlevant rapidement à l'air de la cloche toute l'humidité qu'elle contient elle occasionne une vaporisation aussi rapide de l'eau, vaporisation à la quelle on doit le froid produit dans cette expérience. Mais pour que l'acide sulfurique fasse cet effet il faut qu'il soit lui-même très desséché, ce qu'on nomme concentré. Cette propriété des acides fait que ceux qui sont à l'état de gaz deviennent

liquides par le contact de l'air à qui ils enlèvent son humidité. C'est elle aussi qui fait que les acides fondent la glace à toutes les températures au dessous de zéro et produisent le froid artificiel.

Veuillez, madame, vous contenter de cet aperçu général sur les acides. Les détails des propriétés particulières de ces substances si importantes se trouvent consignés dans les ouvrages propres sur la Chimie.

Mde. de L. Je vous suis reconnoissante de ce que vous voulez bien vous restreindre à cet abrégé; car je crois que, quelque intéressants que puissent être les détails, ma mémoire n'y suffiroit pas.

Mr. de P. C'est le cas de tout le monde et notamment le mien; car comme je ne m'occupe pas journellement de ces détails, ils m'échappent bientôt. Il n'y a que le Chimiste de profession qui soit constamment à leur courant. Passons donc à la seconde combinaison de l'oxigène avec d'autres substances, aux *oxides*.

L'oxide est une combinaison d'un corps avec l'oxigène, différente de celle que nous avons apprise à connoitre sous le nom d'acide, et la première différence consiste en ce que presque tous les radicaux des acides peuvent former des oxides en se combinant avec l'oxigène, mais pas tous les radicaux des oxides former des acides. Cette différence n'est peut-être pas essentielle, mais elle existe pour l'état actuel de nos connoissances.

Mr. de R. Ainsi il y a encore plus d'oxides que d'acides.

Mr. de P. La Chimie d'aujourd'hui en compte plus de 60; car presque toutes les substances qui ne sont

pas déja des oxides ou des acides peuvent devenir des oxides. Il y a très peu d'exceptions et elles sont même si problématiques que la plûpart des Chimistes ne les statuent pas.

Mde. de L. Ainsi il faudroit admettre que l'oxigène se combine à peu près avec tous les corps.

Mr. de P. Oui, madame, avec tous les corps simples et non composés et avec tous les corps composés qui ne sont pas encore combinés avec lui.

Mr. de L. Ainsi l'oxigène est l'agent non seulement le plus puissant mais aussi le plus universel de la nature. Cette idée est grande et me plait. A présent j'entrevois de l'unité dans les phénomènes de la Chimie. L'oxigène est comme le Roi de la nature; il domine toutes les autres substances, les transforme, les compose et les sépare, et permet seulement à quelques unes de s'allier entre elles à leur manière, comme pour leur laisser le plaisir de faire quelque chose.

Mr. de P. Nous devons cette grande idée à l'immortel Lavoisier, et Davy lui a donné par une importante découverte l'universalité dont elle jouit à présent. Mais n'oubliez pas, mon Général, dans ce rare enthousiasme que vous témoignez pour l'oxigène, que les impondérables ont leur bonne part aux merveilles que ce Roi des substances produit et que sans eux il n'auroit ni force ni action. Le calorique est l'âme qui lui donne la vie et l'activité.

Mr. de R. Et l'affinité physique est une divinité qui règle les opérations de cette âme et de ce corps.

Mr. de G. Si nous continuons ces tirades oratoires nous n'arriverons pas aujourd'hui aux oxides.

Mde de L. Je n'en doute pas puisque mon cher mari lui-même a pris feu pour l'oxigène. Donnez nous donc les oxides, monsieur de P.

Mr. de P. Les oxides ont des propriétés si variées que l'on ne peut en assigner que deux qui soient communes à tous, celle d'être composés en partie d'oxigène et celle de ne pas rougir la teinture de tournesol.

Les uns ne sont susceptibles que d'un degré d'oxidation, d'autres de deux et quelques uns de trois. Les oxides à même base qui contiennent le moins d'oxigène se nomment *protoxides*, c. à. d. premiers oxides; ceux qui en contiennent davantage se nomment *deutoxides*, c. à. d. seconds oxides; ceux qui en contiennent encore davantage se nomment *tritoxides*, c. à. d. troisièmes oxides; et pour augmenter le nombre de ces noms inutiles (car on pourroit se servir des noms de premiers, seconds, troisièmes oxides) on nomme *peroxides* les oxides qui ont le plus d'oxigène.

Mde. de L. Pourquoi a-t-on imaginé ces mots?

Mr. de P. Par ce qu'on gagne une syllabe à leur usage et puis par ce qu'on aime à parler grec en Chimie.

Les oxides se partagent en deux classes, celle des oxides métalliques et celle des oxides non métalliques.

Les *oxides métalliques* sont solides et cassants, inodores, à l'exception d'un seul, insipides à l'exception de sept, blancs ou colorés et la couleur change ordinairement lorsque l'oxide passe d'un degré d'oxidation à un autre. La plupart ramènent au bleu la teinture de de tournesol rougie en s'emparant de l'acide qui l'a rougie. Ceux qui ont une saveur verdissent la teinture de

violette ou rougissent celle du curcuma. Enfin tous les oxides métalliques sont solubles dans tous les acides. Permettez moi de vous parler de quelques uns de ces oxides, soit pour fixer davantage vos idées, soit à cause de l'importance de ces oxides dans la vie commune et les arts. Commençons par les oxides de fer.

Le protoxide de fer est blanc, composé de 80 parties de fer et de 20 parties d'oxigène. Il agit foiblement sur l'aimant. Il n'est connu que depuis quelques années et n'est encore d'aucun usage. Le *deutoxide de fer* est noir, composé de $72\frac{3}{4}$ de fer et de $27\frac{1}{4}$ d'oxigène. Il agit moins sur l'aimant que le protoxide. Le *tritoxide de fer* est rouge, composé de $66\frac{2}{3}$ de fer et de $33\frac{1}{3}$ d'oxigène. Il n'agit point sur l'aimant. Presque tout le fer que la Nature produit est sous la forme de deutoxide ou de tritoxide; le fer en forme métallique se trouve rarement. Les deux oxides se trouvent parcontre presque partout. La plupart des mines de fer sont du deutoxide. Le tritoxide entre dans la composition de presque toutes les pierres et de l'argile, à qui il donne sa couleur; tous les mineraux plus ou moins rouges doivent leur couleur à cet oxide, et la plupart des pierres noires ou noirâtres doivent la leur au deutoxide. La décomposition de l'eau par le fer produit du deutoxide de fer qui se forme en petites feuilles cristallines très minces et la plupart de figure rhomboidale. Le fer oxidé sous l'eau, de même que tout ce qu'on nomme rouille de fer est tantôt du deutoxide tantôt du tritoxide. Aucun des oxides de fer, de même que leurs solutions dans les acides, n'est vénéneux, tandis que la plupart des autres oxides métalliques le sont.

Mde. de L. Propriété pour la quelle nous devons bien de la reconnoissence à la Providence ; car comme nous employons le fer presque partout et que le fer se rouille (pardon, monsieur de P.) s'oxide si facilement, nous nous trouverions entourés de tous côtés de poisons, si les oxides de fer étoient vénéneux.

Mr. de P. Le métal nommé arsénic a deux oxides qui sont tous deux vénéneux, le second au plus haut degré. Le *protoxide d'arsénic* est noir, composé de 92 parties d'arsénic et de 8 parties d'oxigène. Ent l'échauffant foiblement en présence du gaz oxigène ou de l'air atmosphérique il attire de l'oxigène et devient par là *deutoxide d'arsénic* sous la proportion de l'arsénic à l'oxigène de 73 à 27. Cet oxide est blanc en forme de poudre ou d'aiguilles cristallines. Exposé à la chaleur rouge il se volatilise et répand une odeur d'ail qui se manifeste toujours, en quelque petite quantité que cet acide soit mêlé à d'autres substances ; ce qui fournit un moyen sûr de reconnoitre les empoisonnemens causés par cet oxide. Malgré sa qualité de venin on s'en sert dans la verrerie, la peinture et la Médecine, mais partout avec de grandes précautions. Le deutoxide ne se décompose pas par la chaleur, mais se désoxide entièrement par le fer qui s'oxide en lui enlevant son oxigène. Cette propriété du fer fait qu'on l'a proposé comme un contrepoison contre l'arsénic oxidé.

Le manganèse offre quatre oxides. Le *protoxide de manganèse* est verd, composé de 87 parties de manganèse et de 13 parties d'oxigène. On se le procure tout simplement en jettant du manganèse métallique dans de l'eau distillée qu'il décompose en s'en appropriant

l'oxigène. Le *deutoxide de manganèse* est blanc, composé de 78 parties de métal et de 22 parties d'oxigène. Le *tritoxide de manganèse* est brun-marron, composé de 70 parties de métal et 30 parties d'oxigène. Le *peroxide de manganèse* est brun noirâtre, composé de 64 parties de métal et de 36 parties d'oxigène. C'est le seul qu'on trouve dans la nature et le seul en usage. On s'en sert en Physique et en Chimie pour obtenir du gaz oxigène; il suffit pour cela de le chauffer jusqu'au rouge et alors, en perdant une partie de son oxigène, il se change en tritoxide. On l'employe en verrerie pour fondre la silice et faire du verre au quel il donne une lègère teinte rouge qu'on peut hausser jusqu'au rouge violet en augmentant la portion du peroxide.

On connoit trois oxides de plomb. *Le protoxide de plomb* est jaune, connu dans le commerce sous le nom de litharge et de massicot, a 93 parties de plomb et 7 parties d'oxigène. Le *deutoxide de plomb* est rouge jaunâtre, connu sous le nom de minium, a 90 parties de plomb et 10 parties d'oxigène. Le tritoxide de plomb est de couleur puce et a $86\frac{2}{3}$ parties de plomb et $13\frac{1}{3}$ d'oxigène. Cet oxide est sans usage. Par contre on emploie le deutoxide dans la fabrication du verre blanc ou cristal et de la poterie commune; le protoxide de même. Celui-ci, dissout dans l'acide acétique, produit le sel de Saturne dont on fait usage en Médecine et dans les manufactures de toiles peintes, et uni à l'acide carbonique il fournit la céruse ou blanc de plomb que l'on emploie si souvent à faire des emplâtres, des onguents et à la peinture. Les oxides de plomb et leurs solutions dans les acides sont des poisons violents.

On ne connoit que deux oxides de mercure; mais ils sont d'autant plus remarquables, en ce qu'ils abandonnent leur oxigène à presque tous les corps combustibles, et qu'on les en prive, le premier par une chaleur bien moindre que rouge et le second par la plus foible chaleur rouge. Le *protoxide de mercure* est gris noir et n'a que $3\frac{4}{5}$ d'oxigène sur $96\frac{1}{5}$ de mercure. Le *deutoxide de mercure* est rouge, composé de $92\frac{1}{2}$ parties de mercure et de $7\frac{1}{2}$ parties d'oxigène, et le même que nous avons appris à connoitre lorsqu'il étoit question de la décomposition de l'air. Ces deux oxides, dissouts dans l'acide hydro-muriateux, produisent deux sels blancs dont le premier, connu sous les noms de mercure doux, calomel, précipité blanc etc. est l'antidote des maladies syphillitiques, ainsi que le second connu sous le nom de sublimé corrosif, qui est un des plus terribles poisons et sert en outre à ronger les excroissances charnues des playes.

Mde. de L. Vous allez, monsieur de P., nous jetter dans la Médecine avec vos oxides qui servent à tant de maladies.

Mr. de P. Ne craignez pas ce malheur, madame; et pour vous rassurer je vais passer aux *oxides non métalliques* en vous donnant ma parole qu'il n'y sera nullement question ni de maladies ni de playes. Nous ne connoissons que cinq oxides non métalliques, dont les bases sont l'hydrogène, le carbone, l'azote et le phospore.

Mr. de G. En voilà quatre. Quel sera le cinquième?

Mr. de P. L'azote nous en offre deux et voilà le

compte fait. *L'oxide d'hydrogène* n'est pas autre chose que l'eau.

Mde. de L. Vraiment je ne savois pas que quand je bois un verre d'eau c'est de l'oxide d'hydrogène que j'avale. N'y a-t-il pas un peu de pédanterie à donner un nom si savant à une chose si ordinaire?

Mr. de P. Aussi le Chimiste s'en sert-il rarement.

Mde. de L. Ainsi il est à peu près inutile.

Mr. de P. Pardon, madame; pour ceci je n'ose être de votre avis. La nomenclature de la Chimie veut et doit donner à chaque corps composé un nom qui indique les substances dont il se compose, et vous ne voudrez pas faire une exception pour l'eau qui est un dissolvant presque universel et qui se mêle comme l'air atmosphérique dans presque toutes les opérations de la Chimie. J'ai déja eu l'honneur de vous nommer la proportion des principes de l'eau et comme vous n'avez surement pas oublié ce qui en a été dit dans nos entretiens précédents, il est inutile de parler de ses qualités physiques.

L'oxide de carbone est un gaz sans couleur et sans odeur ni saveur, composé de 43 parties de carbone et de 57 parties d'oxigène. Le volume du gaz oxigène qui entre dans cette composition fait précisément la moitié du volume de l'oxide. Cet oxide est un gaz inflammable, le second dont nous faisons la connoissance, et son inflammation produit l'acide carbonique. Aussi est-ce en décomposant l'acide carbonique qu'on obtient l'oxide de carbone. Cet oxide est lui-même très difficile à décomposer; deux métaux seuls, ceux qui ont

la plus grande affinité avec l'oxigène, en viennent à bout.

Le *protoxide d'azote* est un gaz sans couleur et sans odeur; il a une saveur un peu sucrée et est composé de 64 parties d'azote et de 36 d'oxigène en poids et de 2 d'azote et de 1 d'oxigène en volume. Il contient, comme vous voyez, beaucoup plus d'oxigène que l'air atmosphérique et cependant il est irrespirable. Le célèbre Davy a le premier osé le respirer et observé qu'il agit sur le système nerveux et sur les muscles à peu près comme les liqueurs fortes. D'autres Chimistes l'ont trouvé tout simplement asphyxiant. La propriété de ce gaz d'être irrespirable ne vous surprendra pas puisque vous savez que l'acide nitreux, qui contient encore beaucoup plus d'oxigène, l'est également. Mais ce qui doit vous étonner c'est que ce gaz favorise l'inflammation très énergiquement, beaucoup plus que l'air atmosphérique et presque autant que le gaz oxigène. Une allumette qui n'a qu'un brin de charbon ardent à un de ses bouts s'y enflamme à l'instant et y brule vivement. Il en est de même d'autres combustibles. Plusieurs métaux, surtout le fer et le zink le décomposent en lui enlevant son oxigène à l'aide de la chaleur rouge, qui seule suffit même à cette décomposition.

Le Comte C. Voilà ce que je ne conçois pas. Comment la chaleur peut-elle seule décomposer un gaz qui n'est composé que de deux substances? Avec quoi l'oxigène se combine-t-il?

Mr. de P. Avec l'azote même dans une proportion plus forte; ce qui produit le *deutoxide d'azote* avec un reste de gaz azote simple. Ce nouvel oxide est

un gaz sans couleur. On ignore s'il a de la saveur et de l'odeur par ce que dès qu'il se trouve en contact avec l'air atmosphérique il lui enlève son oxigène et se transforme en acide nitreux qui, comme vous savez, est doué d'une saveur et d'une odeur très fortes. Le deutoxide d'azote est composé de volumes égaux d'azote et d'oxigène ou de $53\frac{2}{3}$ parties d'azote et de $46\frac{1}{3}$ parties d'oxigène en poids. Il est irrespirable comme le protoxide mais en dépit de sa grande prépondérance d'oxigène, il n'a pas comme lui la propriété de favoriser l'inflammation; au contraire tous les corps enflammés s'y éteignent subitement comme dans le gaz azote pur.

Enfin *l'oxide de phosphore* nous offre un oxide non gazeux, mais solide et de couleur blanche; il est insipide mais a l'odeur de phosphore. On le forme en mettant un petit bâton de phosphore dans un flacon ouvert plein d'eau; l'oxide se forme à la surface du phosphore et y tient assez fortement. On l'enlève en le raclant avec un couteau. On empêche sa formation en interceptant l'air atmosphérique de la surface de l'eau. Au reste cet oxide n'est blanc qu'autant qu'il se forme dans l'obscurité. A la lumière il prend une couleur d'orange et ne tient plus si fortement au phosphore.

Cinquante sixième entretien.

Mr. *de P.* J'espère, madame, que vous êtes plus que satisfaite de la quantité d'acides et d'oxides que j'ai eu l'honneur de vous nommer hier.

Mde. de L. Assurément et plût au Ciel que je les eusse tous retenus!

Mr. de P. Ainsi permettez moi de passer de cet examen des propriétés de l'oxigène à celle des autres substances simples, et prenons d'abord *l'hydrogène.*

Cette substance n'existe dans toute sa pureté qu'en forme de gaz et c'est le plus léger de tous. Pour lui faire perdre cette forme il faut le combiner à une autre substance et nous en avons le plus bel exemple dans la formation de l'eau. Il ne me paroit pas douteux que, combiné avec l'oxigène sous d'autres proportions, il ne puisse former un acide, mais cet acide n'est pas encore connu; peut-être est-ce l'acide muriateux.

Le caractère principal de l'hydrogène est l'inflammabilité. Nous avons déja observé que quand on le fait écouler dans l'air par un tube très étroit on peut l'enflammer avec une bougie allumée, et, j'ose affirmer contre l'opinion d'un grand Chimiste, par tout corps chauffé au rouge, tel que le fer, le verre, le charbon etc.,

en sorte qu'on n'a pas besoin de flamme pour produire cette inflammation qui dure ensuite aussi longtems que l'écoulement du gaz ; car la chaleur produite par la première inflammation allume le gaz qui succède. Cette opération décompose l'air atmosphérique en lui enlevant son oxigène ; le produit est de l'eau. Si l'on enferme deux portions égales d'air atmosphérique et de gaz hydrogène dans une vessie et qu'on allume ce mélange à son issue par un tube d'une ou plusieurs lignes de diamètre, alors l'inflammation se communique à l'intérieur, produit une inflammation subite qui se fait avec détonnation. La vessie se déchire avec véhémence et des vases très solides n'y résistent pas. Dans ce mélange nous avons 22 parties d'oxigène, 78 d'azote et 100 d'hydrogène en volume. Cette proportion de l'hydrogène à l'oxigène n'est pas tout-à-fait celle qui est nécessaire à la formation de l'eau, et nous pouvons en conclure avec sureté qu'il ne se combine que 44 parties d'hydrogène et que les 56 autres échappent à la combinaison. Si l'on employe ces deux gaz précisément dans la proportion en volume de 2 à 1 de l'hydrogène à l'oxigène pur, alors les deux gaz se combinent entièrement et l'explosion est beaucoup plus violente. En général plus on s'éloigne de cette proportion soit par un défaut, soit par un surplus d'oxigène, moins l'explosion est forte et Humboldt a prouvé que quand on atteint la proportion de 16 à 1 soit de l'hydrogène à l'oxigène soit de l'oxigène à l'hydrogène, l'inflammation n'a plus lieu.

Le Comte C. J'avoue que je ne vois pas pourquoi ; car il me semble que dans toute proportion un vo-

lume d'oxigène devroit toujours se combiner à deux volumes d'hydrogène sans se soucier du reste.

Mr. de P. Vous avez parfaitement raison et je ne doute pas que cela n'ait lieu pour les atômes de ces gaz qui touchent immédiatement la flamme de la bougie; mais cette inflammation est si petite que nous ne la distinguons pas et si foible qu'elle ne peut pas enflammer les parties voisines qui sont délayées dans le surplus de l'un ou l'autre gaz, la chaleur produite par cette petite inflammation ne suffisant pas à élever la température des couches voisines du mélange jusqu'à la chaleur rouge. L'on a cru longtems que toute inflammation d'une portion d'oxigène et d'hydrogène, quelque grande qu'elle fut, est subite, instantanée et voilà pourquoi il paroissoit difficile à expliquer pour quelle raison ces deux gaz dans la proportion de 1 à 16 ou de 16 à 1 ne s'enflamment pas. Mais Grothuſs, Chimiste courlandois, a prouvé que l'inflammation de ces gaz dans une proportion désavantageuse est lente, exige un tems assignable pour se consommer dans un tube d'une certaine longueur.

Mr. de T. Permettez moi, monsieur de P. une réflexion et une question. La combinaison de l'oxigène et de l'hydrogène forme de l'eau qui est bien 7000 fois plus dense que ce mélange. Ainsi les gaz se condensent très fort dans cette opération et il doit se former un vide considérable. D'où vient donc que cette inflammation fait éclater les vases qui renferment les gaz? l'explosion suppose une force qui agit de l'intérieur à l'extérieur.

Mr. de P. Cette remarque puisée dans la Méca-

nique est très juste et la difficulté se lève en considérant que l'inflammation des gaz produit une très grande chaleur qui non seulement vaporise l'eau formée, mais dilate cette vapeur à un très haut degré. Nous verrons à la suite que cette chaleur est supérieure à celle qui fond le platine, et il n'est pas difficile de prouver qu'elle doit produire une élasticité égale à au moins 65 fois le poids de l'atmosphère, force énorme qui s'évalue à plus de 144000 Livres de france par pied carré de surface.

Mr. de V. Vous parlez, messieurs, beaucoup de la chaleur qui se produit ou se dégage dans le procès de l'inflammation et vous paroissez oublier la lumière qui s'en dégage également. Moi, pauvre viellard isolé, je m'intéresse à savoir d'où vient la lumière de nos bougies qui me procure le plaisir de passer mes soirées à la lecture.

Mr. de P. Vous me forcez, monsieur de V., à vous donner une théorie qui seroit bien combattue si un Physicien françois nous écoutoit.

Mr. de L. Ainsi de la controverse! Voyons. Donnez nous d'abord l'opinion contraire à la vôtre.

Mr. de P. Les Physiciens françois prétendent que la source de la lumière qui se dégage dans les inflammations est dans l'oxigène. Et ils ont surement raison dans leur système; car comme la lumière n'est selon eux qu'une modification du calorique et comme le calorique qui se dégage par l'inflammation réside dans l'oxigène, il faut bien attribuer également à l'oxigène le phénomène de la lumière dégagé. Mais nous, qui avons constitué les luminiques comme substances distinctes du calorique, nous n'avons aucune raison d'attribuer à

l'oxigène le mérite d'éclairer les soirées de monsieur de V. Moi, j'assigne ce mérite aux combustibles en général et dans la formation de l'eau à l'hydrogène. Nous avons pour cela précisément les mêmes raisons que nous avons d'assigner à l'oxigène le mérite de nous chauffer pendant l'hyver. Et en outre j'ai une expérience qui prouve directement que la lumière dans l'inflammation ne provient pas de l'oxigène. La voici: Chargez une lampe d'argand avec de l'esprit de vin et allumez la sans la cheminée de verre. Elle fournira une lumière verdâtre comme lorsqu'on allume de l'esprit de vin dans une tasse. Placez à présent la cheminée de verre sur la flamme et vous verrez avec étonnement que la lumière est quatre fois plus foible qu'auparavant quoique à présent il se consume beaucoup plus d'oxigène, et ce qui est bien remarquable c'est qu'il se produit en même tems incomparablement plus de chaleur. Si le dégagement de lumière dans les inflammations provenoit de l'oxigène, si le luminique étoit, de même que le calorique, combiné à ce gaz, il est clair que nous devrions avoir plus de lumière dans le second cas que dans le premier. Nous reviendrons dans quelques jours sur cette matière lorsque nous ferons de l'inflammation un objet particulier de nos recherches.

Nous n'avons pas encore produit de *carbone* pur; ainsi nous ne pouvons pas lui assigner sa forme naturelle. Il est toujours combiné avec de l'oxigène ou avec de l'hydrogène ou avec l'un et l'autre ou avec l'un et l'autre et de l'azote. Nous connoissons la première de ces combinaisons dans *l'oxide de carbone*. Le *charbon* nous a déja offert une combinaison de beaucoup de car-

bone et de très peu d'hydrogène, et nous avons en outre plusieurs gaz composés de ces deux substances sous diverses proportions, dont on en a examiné particulièrement deux, *l'hydrogène percarboné* et *l'hydrogène protocarboné.* Le premier de ces deux gaz a été découvert par une société de Chimistes hollandois qui l'ont nommé gaz oléfiant par ce que, combiné avec l'acide muriateux, il forme une substance huileuse, inflammable. Il est composé de 86 parties de carbone et de 14 d'hydrogène. L'hydrogène protocarboné n'a que 33 parties de carbone sur 67 d'hydrogène. Ce gaz, qui brule avec une flamme blanche et bleue, se dégage lorsqu'on réduit le bois en charbon dans un vase clos. On l'emploie aujourd'hui à éclairer de grands epaces et même les rues. L'appareil à cet usage se nommé *thermolampe.* Il est composée de deux poëles enfermés l'un dans l'autre. L'intérieur contient le bois qu'on veut charboner et a à sa partie supérieure un tuyau qui traverse le poële extérieur et aboutit dans l'air. L'espace entre l'intérieur et l'extérieur sert à placer du bois ou du charbon qu'on allume et dont la chaleur, en pénétrant dans le poële intérieur, charbone le bois qu'il contient en volatilisant plusieurs produits dont le principal est l'hydrogène protocarboné qui s'échappe par le tuyau adapté à sa partie supérieure. On prolonge ce tuyau, souvent en plusieurs branches, jusqu'aux lieux qu'on veut éclairer. Son orifice est plus ou moins grande ou se termine en plusieurs pointes placées de sorte que les flammes forment diverses figures. Cette invention due à la Chimie est devenue d'une très grande utilité. Le charbon de terre traité de la même manière produit

une flamme dont la lumière a beaucoup plus d'intensité que celle du meilleur bois.

La Nature produit dans les marais un gaz nommé *hydrogène carboné des marais* qui contient encore moins de carbone que le protoxide. Il n'a que 27 parties de carbone sur 73 d'oxigène. Mais il contient en outre 13 à 14 pour cent d'azote. C'est un produit de la putréfaction non seulement de matières végétales comme on croit, mais aussi de quantité de petits animaux aquatiques et d'insectes ; ce qu'indique la portion notable d'azote qu'il contient et qui ne peut provenir de la décomposition des plantes. On se le procure en renversant dans le marais une bouteille avec un entonnoir pleins d'eau, et en remuant au dessous de l'entonnoir le fond du marais qui lâche les bulles de ce gas qu'on reçoit ainsi dans la bouteille comme l'on feroit dans l'appareil pneumato-chimique.

Le diamant.....

Mde. de L. Comment, monsieur de P.? J'espère que vous ne voudrez pas faire du diamant une composition de carbone. Ce seroit bien rabaisser le prix de cette pierre précieuse.

Mr. de P. D'abord, madame, j'ai honneur de vous observer que le diamant n'est pas une pierre, comme on l'a cru autre fois; et puis je prends la liberté de vous rapeller que Newton a prédit l'inflammabilité du Diamant. Ce fossile si remarquable est en effet un combustible qu'on fait bruler facilement dans le gaz oxigène en l'échauffant ou moyen du verre ardent. Guyton-Morveau nous a livré la première analyse du diamant. En le brulant il n'a trouvé pour produit que de

l'acide carbonique sans aucun autre résidu et conclu que le diamant étoit du carbone pur; mais il n'avoit pas songé à analyser cet acide. Comme ce célèbre Chimiste avoit observé une petite flamme rougeâtre (observation que Davy a répétée) j'en avois d'abord conclu par analogie et annoncé que le diamant contient une petite portion d'hydrogène. Berthollet a prouvé cette existence de l'hydrogène dans le diamant en analysant l'acide carbonique qu'on produit par la combustion du diamant; car il y trouva de l'eau, qui ne pourroit s'y trouver si ce superbe cristal ne contenoit de l'hydrogène. Ainsi le diamant est de l'hydrogène carboné ou du carbone hydrogéné, proprement du charbon cristallisé, et pas autre chose. Davy a cru que le diamant et le charbon se distinguent encore par la pesanteur spécifique, mais il ne savoit alors pas encore que celle du charbon égale celle du diamant, comme je crois vous l'avoir annoncé dans un de nos entretiens précédents.

Mr. de R. On doit donc considérer le diamant comme un produit du règne végétal, et l'on peut dire qu'il croit dans nos forêts.

Mr. de P. Dommage que la Nature se soit réservé le secret de sa fabrication; les diamants seroient à bon marché. Mais passons à une autre substance carbonique. Nous avons dans le *noir de fumée* une composition de carbone qui n'est très probablement combiné qu'avec de l'oxigène et qui est parconséquent un oxide de carbone en forme solide. Je ne sache pas qu'il ait été analysé. On le regarde communément comme du carbone pur; mais nous trouverons à la suite des raisons

d'admettre que c'est un oxide. La fumée et les différentes espèces de suie mériteroient bien un examen exact.

Le Comte C. Vous nous avez mis au fait des combinaisons simples de l'oxigène avec l'hydrogène et avec le carbone, et du carbone avec l'hydrogène. Mais que fait-on des compositions d'oxigène, d'hydrogène et de carbone que la Nature nous offre dans les matières végétales, lorsque ce ne sont pas des acides?

Mr. de P. Je ne sais trop. Ce qu'il y a de probable c'est que ce sont des oxides; mais nous ne sommes pas en état de les classifier par ce que dès que nous avons ces trois substances réunies dans un corps il y a nombre de combinaisons possibles. Prenons le sucre pour exemple. Les analyses les plus récentes le composent d'environ $50\frac{1}{2}$ parties d'oxigène, $42\frac{1}{2}$ de carbone et de 7 d'hydrogène. Il est possible que l'oxigène et l'hydrogène soient combinés ensemble pour former de l'eau; car leur proportion est presque celle de la formation de l'eau et il ne reste qu'un très petit surplus d'hydrogène. Ainsi le sucre pourroit être considéré comme un composé d'eau et de carbone avec une très petite portion d'hydrogène. Mais il est possible qu'une partie de carbone soit combiné avec l'oxigène de manière à produire de l'acide carbonique, et alors on considèreroit le sucre comme un composé d'acide carbonique, d'hydrogène et de carbone. Il est possible enfin que l'oxigène soit partagé entre l'hydrogène et le carbone de manière à ne composer ni de l'eau ni de l'acide carbonique; et dans cette hypothèse le sucre

seroit un composé d'oxides d'hydrogène et de carbone, le premier dans d'autres proportions que l'eau.

Le Comte C. Mais nous ne connoissons aucun autre oxide d'hydrogène que l'eau; au moins vous ne nous en avez pas nommé d'autre.

Mr. de P. Assurément, et moi-même j'ai écrit il y a vingt ans un traité sur l'inflammation où je considère les substances inflammables qui contiennent de l'oxigène comme des combinaisons d'eau, d'hydrogène et de carbone, c. à. d. comme de l'eau modifiée par l'une de ces deux substances ou toutes deux. Mais il ne suit pas de l'impossibilité où nous avons été très longtems de produire d'autres oxides d'hydrogène, que la Nature ne le puisse pas non plus. La découverte de Thénard qu'on peut combiner à l'eau une portion considérable d'oxigène en sus, combinaison qui nous fournit un peroxide d'hydrogène, prouve déja le contraire.

Le Comte C. Permettez moi encore un doute sur la seconde hypothèse. Si l'oxigène, dans le sucre et les autres substances végétales, formoit de l'acide carbonique, l'analyse le découvriroit.

Mr. de P. Pas si facilement; par ce que dans nos analyses l'acide carbonique se peut décomposer par l'action de l'hydrogène et surtout de la chaleur; j'ajouterai qu'un Chimiste de nos jours (si je ne me trompe Théodore de Saussure) a cru trouver de l'acide carbonique dans le sucre et je doute qu'il ait été complettement réfuté. En général gardons nous de former des hypothèses sur l'impossibilité où nous sommes de composer on d'analyser certaines substances. La Nature en sait plus long que tous nos plus grands Chimistes ensemble.

Mde. de L. J'espère que personne de nous n'en doute; mais cela ne diminue pas la reconnoissance que j'éprouve pour les connoissances nombreuses que ces Savans immortels nous fournissent; car j'imagine que les travaux chimiques exigent une bien grande sagacité et une grande persévérance.

Mr. de P. Assurément, madame, et j'ajoute à cet éloge des Chimistes que leurs travaux sont souvent nuisibles à leur santé et même quelque fois mortels; plusieurs d'entre eux y ont perdu la vie, subitement ou lentement. Nous devons les révérer comme des martyrs de l'étude de la Nature. — Mais passons de cette digression à l'examen de l'azote.

L'azote n'est pur qu'à l'état de gaz et il ne perd pas facilement sa forme gazeuse, toutes ses combinaisons simples avec l'oxigène ne le forçant pas de perdre cette forme. Il est irrespirable; car lorsqu'on place un petit animal sous une cloche pleine de gaz azote, il tombe en asphyxie presque sur le champ. Si on l'en retire d'abord après ou si l'on introduit sous la cloche un peu d'oxigène, il revit et reprend en peu de tems ses forces premières. Malgré cette propriété mortelle aux animaux le gaz azote est comme vous savez, un des principes contituants de notre atmosphère dans la grande proportion de 78 sur cent parties d'air. On se procure ce gaz pour les expériences en enlevant à l'air commun et pur son oxigène, ce qui se fait le plus facilement au moyen du phosphore que nous allons bientôt apprendre à connoitre. Aucun autre gaz n'a la propriété de se combiner avec l'oxigène sous autant de proportions que l'azote. D'abord on trouve ces deux gaz ensemble dans

l'atmosphère, mais pas en combinaison; ce n'est qu'un mélange qui peut exister sous quelle proportion que l'on veut. Puis ils se combinent sous les moindres proportions d'oxigène dans le protoxide d'azote, en proportions toujours croissantes mais toujours fixes dans le deutoxide d'azote, dans l'acide nitreux et dans l'acide nitrique. On obtient toutes ces combinaisons en décomposant l'acide nitrique par un métal, tel que le fer ou le cuivre; ces métaux s'oxident et laissent échapper l'acide nitreux qu'on décompose de nouveau par les mêmes métaux pour obtenir le deutoxide d'azote qu'on décompose en suite d'une manière analogue pour obtenir le protoxide. Au reste cette dernière décomposition ne se fait que difficilement. On obtient le protoxide d'azote en exposant à une chaleur modérée un mélange d'acide nitrique avec de l'amoniaque. Le protoxide se change en azote pur en le mêlant avec du gaz hydrogène dans la proportion de 3 à 2 et en allumant ce mélange. L'oxigène du protoxide et l'hydrogène ajouté forment de l'eau et il reste des cinq portions de gaz mêlés deux portions de gaz azote pur.

La synthèse nous fournit réciproquement l'acide nitreux ou nitrique comme un composé d'azote et d'oxigène lorsqu'on fait passer un courant d'étincelles électriques au travers de l'air atmosphérique ou d'un mélange de 10 parties de gaz azote et de 36 parties d'oxigène. On l'obtient également en allumant une portion d'hydrogène dans ce mélange.

Enfin l'azote a en petite quantité la propriété de favoriser la combinaison de l'oxigène avec les substances combustibles. On sait par ex: que le phosphore

luit et brûle dans le gaz oxigène mêlé à quelques parties de gaz azote à une température moindre que dans l'oxigène absolument pur.

Après vous avoir fait l'énumération des substances simples et de leurs propriétés principales, permettez moi de passer à l'examen des corps qu'on n'a pas encore pu décomposer, mais que nous avons moins de raison de regarder comme simples que les précédents.

Mde. de L. Y en a-t-il beaucoup?

Mr. de P. Non, madame; il n'y en qu'une cinquantaine.

Mde. de L. Bon Dieu! Une cinquantaine de nouveaux corps. Où trouverai-je la place nécessaire pour les loger dans ma mémoire?

Mr. de R. Vraiment ce nombre m'effraie également.

Mr. de P. Rassurez vous. Je vous permettrai d'en oublier les deux tiers et l'autre tiers a des propriétés si remarquables que vous ne voudrez ni ne pourrez les oublier.

Mde. de L. Votre promesse n'est-elle pas illusoire?

Mr. de P. Non, madame, et je vais commencer par un de ces corps que vous n'oublierez sûrement pas, par le *phosphore.* J'ai déja eu l'occasion de vous dépeindre le phosphore comme un corps que l'on fond en forme de bâton d'environ deux lignes de diamètre, de couleur de cire blanche mais plus transparent que la cire. Il est inflammable au plus haut degré, et cela de deux manières, par l'inflammation lente et par l'inflam-

mation subite. Pour opérer la première il suffit de placer le phosphore dans l'air à une température d'environ 5 degrés R. au dessus de zéro. Si cela se fait dans l'obscurité le phosphore paroit luisant et se consume très lentement en produisant l'acide phosphoreux liquide par sa combinaison avec l'oxigène et l'humidité de l'air. Plus la température augmente, plus cette opération gagne en vîtesse et en énergie. A la température de 32 degrés l'inflammation subite a lieu; elle s'exécute avec violence et un grand dégagement de lumière, qui devient presque insupportable à la vue lorsque l'opération se fait dans le gaz oxigène, comme j'ai eu l'honneur de vous le dire quand il fut question des propriétés du gaz oxigène. Le produit de cette inflammation est l'acide phosphorique en flocons blancs.

Considérons de plus près l'inflammation lente qui est la plus importante des deux. Plaçons à l'entrée d'un tube de verre d'environ un pouce de diamètre, de deux à trois pieds de longueur et fermé à son bout inférieur, un bâton de phosphore en contact avec l'air. Si c'est de jour on voit une fumée grise se former à la surface du phosphore et couler le long du tube jusqu'au fond où elle se rassemble et se condense. C'est l'acide phosphoreux liquide qui se forme par la combinaison du phosphore avec l'oxigène et s'empare de l'humidité de l'air. Si l'on expose le phosphore à cette combinaison dans un air parfaitement sec, alors cette fumée est invisible, par ce que l'acide phosphoreux, ne trouvant pas d'eau à la quelle il puisse s'unir, reste sec. L'humidité favorise l'acidification du phosphore, qui décompose le même volume d'air atmosphérique trois

fois plus vîte lorsque l'air est parfaitement humide que lorsqu'il est parfaitement sec.

Le Comte C. Il paroit que la présence de l'eau favorise bien des opérations chimiques. C'est le cas de la décomposition des oxides par la lumière dans les belles expériences de madame Fulhame.

Mr. de P. Ce principe est généralement vrai et nous verrons même à la suite qu'il y a des acides qui n'ont aucune prise sur les métaux lors qu'ils sont tout à fait dépourvus d'eau, quoique liquides ou gazeux.

Le Comte C. Quelle peut être la cause de cet effet de l'eau? Ce fluide seroit-il décomposé dans toutes ces opérations?

Mr. de P. C'est la marotte de quelques Chimistes de voir décomposition d'eau partout où il se trouve de l'eau. Pour moi je suis persuadé que nous devons souvent cet effet de l'eau soit à sa qualité de liquide soit à sa qualité de dissolvant. J'aurai l'occasion de vous en citer encore aujourd'hui un exemple frappant. Retournons au phosphore.

Placez un bâton de phosphore dans une phiole pleine d'air commun, humide ou sec, fermez la phiole hermétiquement et portez la dans une chambre obscure à la température moyenne. Vous verrez le phosphore briller de lumière à sa surface, en sorte qu'on peut lire une écriture ordinaire proche de la phiole. Petit à petit, l'oxigène de l'air diminuant par l'acidation du phosphore, la lumière devient plus foible, et cela est bien naturel. Mais ce qui est surprenant, c'est que la lueur du phosphore occupe un plus grand espace autour du bâton. Son diamètre augmente jusqu'au tri-

ple de celui du bâton. Enfin, l'oxigène étant tout à fait consumé, la lueur s'éteint. Comment expliquer ce phénomène?

Mr. de R. Quant à moi j'y perdrois mon latin.

Mr. de L. C'est votre fait, monsieur le Comte; car j'imagine qu'il y a ici un tour de politique de la part du phosphore.

Le Comte C. Il y paroit presque, puis qu'il étend sa lueur à mesure qu'elle perd en force. Le diplomate fait souvent sonner la puissance de son Souverain d'autant plus haut qu'elle est intérieurment plus affoiblie.

Mr. de R. Le marchand en fait de même quant à son crédit. Mais ces belles comparaisons ne nous mènent pas au but. Aions recours à monsieur de P.

Mr. de P. Le phosphore cherche au loin ce qu'il ne trouve plus à sa proximité. Voilà le noeud de l'énigme. Lorsqu'il a dépouillé l'air qui l'environne immédiatement d'une partie de son oxigène, ce qui reste, qui est un peu plus léger que l'air atmosphérique et à qui la combustion du phosphore a donné quelques degrés de chaleur de plus, s'élève et fait place à de l'air non encore décomposé qui apporte tout son oxigène dans le procès de cette combustion lente.

Mr. de G. Il me semble, mon cher, que votre explication explique le contraire de ce que vous voulez nous expliquer et est par conséquent une très mauvaise explication.

Mr. de P. (*très rapidement.*) Mon explication explique pourquoi le phosphore brille d'un éclat sensiblement égal pendant un certain tems et est par-conséquent une bonne explication, puisqu'elle explique

ce qu'elle doit vous expliquer avant d'expliquer ce que vous voulez qu'elle explique. Après un certain tems, lorsque tout l'air renfermé dans la phiole a perdu une partie de son oxigène, la lueur doit s'affoiblir. Mais pourquoi s'étend-elle dans un plus grand espace? — Ce n'est point à la surface du phosphore même que se fait la combustion; ce n'est point cette surface qui luit, mais une vapeur de phosphore qui se dégage du bâton par l'action du calorique. Aussi longtems que cette vapeur de phosphore trouve au moment de son dégagement assez d'oxigène, elle s'allume très près du bâton.

Le jeune de L. Et lorsqu'elle n'en trouve plus assez elle va le chercher au loin. Voilà l'énigme expliquée.

Mr. de P. Fort bien; mais il faut savoir comment cela se fait.

Le jeune de L. Par le déplacement des parties de l'air occasionné par la chaleur que la combustion du phosphore développe.

Mr. de P. A présent nous voilà au fait; car votre explication est simple et suffisante et par conséquent la vraie. Mais j'ai encore une observation importante à ajouter, c'est que cette vapeur de phosphore est bien différente des vapeurs ordinaires; elle n'a aucune élasticité.

Mde de L. Comment peut-il exister une vapeur sans élasticité?

Mr. de P. Commençons par prouver le fait. Prenons deux tubes de baromètre égaux et remplissons les bien exactement de mercure qu'on ne fait pas bouillir et renversons les tous deux dans le même bain de mer-

cure. Les deux colonnes de mercure se trouveront précisément au même niveau et le vide de Torricelli ne sera pas parfait mais contiendra un peu d'air dont l'élasticité sera égale, comme vous savez déja, à une colonne de mercure d'une ligne et demie de hauteur. A présent prenez un bâton de phosphore de 5 à 6 lignes de longueur et un bâton de cire précisément de même volume et faites monter l'un dans un des deux baromètres et l'autre dans l'autre. Le mercure s'abaissera dans les deux baromètres d'environ 3 lignes, par ce que ces deux bâtons ont ammené dans le vide une petite portion de l'air contenu dans le mercure. Un instant après on voit monter le mercure du baromètre où se trouve le phosphore de $\frac{7}{10}$ de ligne, tandis que l'autre baromètre reste à la même hauteur. Cette ascension du baromètre à phosphore provient de ce que le phosphore a enlevé l'oxigène à l'air contenu dans le vide, et le calcul prouve que cette absorption correspond précisément à une portion d'air égale à celle qui se trouve dans l'autre baromètre. Ainsi la présence du phosphore qui reste dans le gaz azote n'augmente pas l'élasticité de ce gaz, quoiqu'il soit bien sur que le phosphore s'y vaporise d'autant plus aisément qu'il n'est soumis qu'à une petite pression d'environ $3\frac{1}{2}$ lignes de mercure. J'ai fait plus: j'ai fait passer ces deux baromètres en cet état par toutes les températures de 2 degrés R. au dessus de zéro jusqu'à 16 et la différence des hauteurs des deux baromètres a été constamment la même, ce qui seroit impossible si la vapeur du phosphore étoit élastique.

J'ai ajouté à cette expérience déja décisive une autre d'un genre différent. J'ai pris un gros tube de verre,

d'environ 1 pouce de diamètre, de trente pouces de longueur et gradué très exactement en volumes égaux de sorte qu'on pouvoit observer facilement et surement $\frac{1}{1000}$ du volume. J'ai rempli ce tube de gaz hydrogène parfaitement pur au moyen de l'appareil pneumato-chimique à mercure en sorte qu'il restoit encore un peu de mercure dans le tube; j'ai introduit un bâton de phosphore dans ce gaz, et observé à l'instant la hauteur du mercure dans le tube, de même que celle d'un baromètre et d'un thermomètre, pour avoir une mesure exacte de l'élasticité du gaz hydrogène. Cela étant fait j'ai fermé hermétiquement le bout ouvert du tube sous le mercure et placé le tube horizontalement faisant passer successivement le bâton de phosphore d'un bout du tube à l'autre pour accélérer l'évaporation. Vingt quatre heures après j'ai replacé le tube dans le bain de mercure, je l'y ai ouvert et observé la hauteur du mercure dans le tube. Elle ne s'est pas trouvée la même que le jour précédent. Mais après avoir observé de nouveau le baromètre et le thermomètre et calculé les deux corrections à faire, il s'est trouvé que le gaz avoit précisément la même élasticité que le jour précédent.

Mr. de R. Mais êtes-vous sur que le phosphore se soit vaporisé dans cet espace hermétiquement clos et dans le gaz hydrogène?

Mr. de P. Assurément sans quoi l'expérience ne feroit pas preuve, et voici la manière dont je m'y suis pris pour m'en assurer. J'ai porté le tube fermé dans la chambre obscure où je l'ai placé dans une situation un peu inclinée et je l'ai ouvert; le phosphore est tombé à l'instant et l'inclinaison du tube a donné occasion

à l'air atmosphérique d'entrer dans le tube en en chassant l'hydrogène. A ce passage des deux gaz on voyoit le phosphore volatilisé s'allumer, c. à. d. répandre une lueur qui montoit dans le tube avec l'air atmosphérique.

Mr. de R. Cette preuve est évidente.

Mr. de P. Et j'ose en vertu de ces deux expériences affirmer que le phosphore qui se volatilise dans des gaz irrespirables n'a point d'élasticité, et voilà une nouvelle forme sous la quelle les substances s'offrent au Chimiste et au Physicien; nous voulons la nommer *forme volatile* pour la distinguer de la forme de vapeur dont le caractère essentiel est l'élasticité, et comme nous ne pouvons supposer que le phosphore dans cet état soit fluide, nous devons admettre que la volatilisation dissémine le phosphore en parties concrètes d'une finesse extrême qui témoignent peut-être de l'affinité pour les gaz irrespirables, puis qu'elles se répandent d'elles-mêmes dans ces gaz. Il est vraisemblable que le souffre, la fumée de charbon et quelques oxides, tels que celui de zink et d'arsénic, qui se volatilisent également, se trouvent dans le même état. Nous n'avons point encore d'expériences directes qui confirment cette opinion.

Passons à l'oxidation du phosphore dans l'eau. Elle nous fournira un résultat également très intéressant dans les deux expériences suivantes:

Plaçons une cloche renversée et pleine d'eau distillée sur une assiète. La cloche a à la circonference de son ouverture trois protubérances qui forment trois petits pieds qui portent la cloche. Un peu d'eau dans l'assiète ferme la cloche par en bas, en sorte que l'air sou-

tient l'eau de la cloche. On introduit un bâton de phosphore sous la cloche et laisse l'appareil dans cet état pendant plusieurs jours et plusieurs semaines, couvert d'un cloche de métal qui arrête l'influence de la lumière. Le phosphore s'oxide, la croute blanche se forme et il ne se dégage pas la moindre bulle de gaz.

Coupez un morceau de phosphore en deux et mettez en une moitié dans de l'eau distillée exposée à l'air et l'autre moitié dans une petite phiole pleine d'eau distillée et réfroidie après qu'on a expulsé l'air en la faisant bouillir pendant un quart d'heure. On ferme la phiole hermétiquement et laisse ce second appareil également privé de lumière pendant quelques semaines. Le phosphore placé dans l'eau exposée à l'air s'oxide, mais celui qui est soustrait à l'action de l'air sur l'eau ne subit aucune changement.

Mde. de L. Vous allez nous prouver que c'est l'air qui oxide le phosphore en dépit de l'eau qui se trouve entre deux.

Mr. de P. On a cru longtems que le phosphore s'oxide dans l'eau aux dépends de l'eau même, en lui enlevant son oxigène; mais vous avez deviné juste. C'est l'air atmosphérique et non pas l'eau qui produit l'oxidation; car si c'étoit l'eau, nous verrions dans le premier appareil le gaz hydrogène s'échapper et se loger dans la région supérieure de la cloche pleine d'eau. Mais on n'y découvre pas la moindre petite bulle de ce gaz, tandis que la désoxidation de l'eau qui auroit dû avoir lieu pour oxider le phosphore en eut produit plusieurs pouces cubes.

Mde. de L. Mais comment l'air atmosphérique, si

c'est lui qui oxide le phosphore comme votre seconde expérience le prouve, peut-il exercer cette action sur le phosphore dont il est séparé par l'eau?

Mr. de L. Avez-vous, madame, déja oublié la marche chimique des substances, la grande magicienne qui fait tout dans la Chimie? Je parie qu'elle va bâtir un pont pour ammener l'air atmosphérique près du phosphore.

Mr. de P. Tout juste, et je prie monsieur le Comte de faire ici à ma place l'office de souverain Pontife.

Mde. de L. Depuis quand les pontifes font-ils des ponts?

Mr. de V. Cela n'a plus lieu aujourd'hui; mais chez les Romains les Sacrificateurs étoient en même tems les directeurs des ponts et chaussées et c'est de là qu'ils avoient le nom de pontifes. On croyoit alors que les prêtres, lorsqu'ils ne vaquoient pas aux devoirs du sacerdoce, pouvoient employer leur tems à des choses utiles.

Mr. de G. Eh! mon ami! Je connois des pays où l'on fait faire aux ministres du culte protestant la noble fonction de crieurs publics. On entend publier de la chaire que tel paysan a perdu au cochon ou une oie, que tel autre sera fouetté et marqué à la porte de l'église, qu'un soldat a déserté etc., apparemment pour honorer le sacerdoce et l'office divin.

Mr. de P. Voyez, madame, ce que c'est que de vouloir savoir l'étimologie des mots. Cela ammène des satyres contre certains gouvernemens, et qui pis est, des satyres vraies. Hâtez vous, monsieur le Comte,

de fermer la bouche à notre ami G. par l'explication que je vous ai prié de nous donner.

Le Comte C. Je crains de m'en tirer mal. Voyons: L'eau a une affinité physique pour l'air, ce qui fait que de règle elle en est imprégnée. Cela est sur. Ainsi le phosphore mis dans l'eau se trouve déja en contact avec du gaz oxigène; il doit donc se combiner avec lui. Dès que la première couche d'eau est destituée d'oxigène atmosphérique, elle s'en fournit des couches voisines, celles-ci des suivantes et ainsi de suite jusqu'à la surface libre de l'eau qui lève ses recrues dans l'air même. Ainsi il s'établit de l'air atmosphérique une marche chimique du gaz oxigène au travers de l'eau, en vertu de l'affinité physique de l'eau pour le gaz oxigène.

Le jeune de L. Voilà le pont bien établi et je vous salue, monsieur le Comte, Souverain pontife de notre société.

Le Comte C. Non, mon cher; nous autres ne sommes que les enfans de choeur, et voilà (*en montrant monsieur de P.*) notre souverain pontife.

Mr. de P. Je vous suis obligé, monsieur le Comte, de la bonté que vous avez de flatter ma passion pour les titres. En revanche je vais vous dire quelque chose que vous savez déja dès longtems, que le phosphore se combine par affinité chimique à l'hydrogène pour former un gaz inflammable par excellence, qui s'allume au contact de l'oxigène sans avoir besoin pour cela de flamme ou d'étincelle électrique ou de chaleur plus qu'ordinaire. Car si l'on prend nne cuvette pleine d'eau et qu'on y plonge le goulot ouvert d'un flacon plein de ce gaz, en inclinant un peu le flacon pour en faire sortir quelques

bulles, alors chaque bulle qui monte à la surface de l'eau s'enflamme d'elle-même au contact de l'atmosphère et produit une vapeur en forme d'anneau ou de guirlande.

Mde. de L. Cette expérience doit être bien jolie.

Mr. de P. Oui, madame, à la mauvaise odeur près qu'elle occasionne. Ce gaz est *l'hydrogène phosphoré.* On le nomme aussi perphosphoré par ce qu'il y a une autre combinaison d'hydrogène et de phosphore qui contient moins de phosphore et qu'on nomme protophosphoré, mais qui ne s'allume pas spontanément dans l'air ou le gaz oxigène. On ne connoit pas encore la proportion des principes du gaz hydrogène phosphoré. Mais ce que l'on sait c'est que lorsqu'on lui enlève son phosphore, alors l'hydrogène prend un volume de moitié plus grand, en sorte que 100 parties en volume de ce gaz contiennent 150 parties en volume de gaz hydrogène; ce qui prouve que la combinaison du phosphore avec le gaz hydrogène condense ce gaz considérablement. Au reste on n'obtient pas le gaz hydrogène phosphoré en mettant tout simplement du phosphore en contact avec du gaz hydrogène comme dans une de nos expériences précédentes. Car alors le contact de l'air ne fait qu'allumer le phosphore et n'agit point sur l'hydrogène, tandis que, lorsqu'on a du gaz hydrogène phosphoré, l'hydrogène s'enflamme avec le phosphore.

Mr. de T. D'où vient cette différence?

Mr. de P. De ce que l'hydrogène phosphoré contient assez de phosphore pour que son inflammation produise la chaleur nécessaire pour allumer l'hydrogène.

Pour produire le gaz hydrogène phosphoré on prend de la chaux vive qu'on humecte d'eau jusqu'à en faire une bouillie assez épaisse; on y mêle de phosphore coupé en très petites parcelles et on chauffe ce mélange médiocrement dans une cornue à bec recourbé pour recevoir par l'appareil pneumatique le gaz qui s'en échappe. L'action réunie du phosphore et de la chaux décomposent l'eau de la boullie; il se dégage du gaz hydrogène qui, au moment de sa naissance et soutenu de l'action de la chaleur, s'empare d'une partie du phosphore, tandis que l'autre produit avec l'oxigène de l'eau une portion d'acide phosphorique qui se combine à l'instant avec la chaux. C'est au gaz hydrogène phosphoré que nous devons probablement les feux-follets qui se dégagent des marais, la lueur du ver luisant, du scarabée à lanterne et d'autres insectes luisants, la lueur des poissons qui commencent à pourir etc. Toutes ces lueurs ont reçu le nom de lueur phosphorique.

Le Phosphore se combine avec une vingtaine de métaux. Ces combinaisons, qu'on nomme *phosphures métalliques*, sont solides, inodores, cassantes, insipides et ont le brillant métallique. Le procédé le plus simple pour les faire est de mêler le métal en poudre ou en limaille à de l'acide phosphorique vitrifié en parties égales et à $\frac{1}{16}$ de poudre de charbon. On chauffe ce mélange jusqu'à une température un peu au dessus de celle de la fusion. L'acide phosphorique se décompose par l'action du charbon et le phosphore qui en résulte s'unit au métal tandis que l'acide carbonique, que l'action du charbon sur l'acide phosphorique produit, s'échappe dans l'air.

Le phosphore est soluble dans toutes les espèces d'huile et surtout dans les huiles essentielles, telles que celles de thérébentine, d'oeillet etc. Ces huiles, ainsi imprégnées de phosphore, servent à tracer des caractères sur du papier ou sur une paroi, invisibles à la lumière et luisants dans l'obscurité. L'éther vitriolique sert encore mieux à ce jeu chimique.

Le phosphore a, d'après tout ce qui vient d'en être dit, beaucoup d'affinité pour l'oxigène. Aussi décompose-t-il plusieurs acides, tels que l'acide nitrique et nitreux, l'acide muriateux et muriatique etc.

Le phosphore se trouve tout fait dans l'organisation animale. Il est contenu en grande quantité dans les os de tous les animaux qui sont composés en très grande partie de phosphate de chaux, combinaison de chaux et d'acide phosphorique dont on extrait le phosphore par un procédé assez compliqué. Il paroit décidé que le phosphore n'est pas une substance simple, puisque l'action de la lumière en extrait une substance noirâtre qui est vraisemblablement un composé de carbone. Si l'on considère l'origine animale et la grande inflammabilité du phosphore, on présumera qu'il est composé d'hydrogène, de carbone et d'azote; sa volatilité indique peut-être quelques parties d'oxigène.

La découverte du phosphore est dûe à un ancien Chimiste allemand nommé Kunkel. Depuis on a donné le nom de phosphore à d'autres substances bien différentes du phosphore, telles que le phosphore de Homberg, de Baudouin, de Bologne etc. Ce sont des composés d'acides minéraux et d'alcalis minéraux, de vraies dierres qui ont la propriété de luire dans l'obscurité.

J'ai été très prolixe sur le phosphore. Mais j'espère que madame de L. voudra bien me le pardonner en faveur des résultats importants que l'examen de cette substance nous a fournis. Je serai plus réservé aux articles suivants.

Mde. de L. Je puis en tout cas vous assurer que j'ai pris beaucoup d'intérêt à tout ce que vous nous avez dit sur le phosphore. Les phénomènes qu'il offre sont si frappants qu'on désireroit en apprendre davantage.

Mr. de P. Passons donc au *soufre*, corps que nous mettrons surement au nombre des plus importants si nous considérons qu'il entre essentiellement dans la composition de la poudre à canon qui règle depuis trois siècles les destinées des Nations et des Rois.

Le soufre est connu de tout le monde. Il est inflammable à 120 degrés R., mais brule mal; sa flamme bleue se continue à peine dans l'air atmosphérique, ce qui prouve une foible affinité chimique pour le gaz oxigène. Chauffé dans des vases ouverts le souffre se fond et se volatilise et produit l'acide sulfureux en se combinant avec l'oxigène de l'atmosphère. Chauffé à une plus haute température que celle qu'il lui faut pour se fondre, il s'épaissit et change sa couleur jaune en rouge plus ou moins foncée. C'est en cet état que l'on s'en sert, pour faire des empreintes de pierres gravées. Enfin chauffé dans une cornue à la quelle on applique un matras le soufre se sublime et se dépose dans le matras en forme de poudre ou d'aiguilles très fines qu'on pulvérise. Le souffre en cet état est ce qu'on nomme *fleur de soufre.*

Le soufre est insoluble dans l'eau, l'esprit de vin,

l'ether et les acides, en général dans toutes les substances qui contiennent beaucoup d'oxigène. Par contre il s'unit au carbone, à l'hydrogène, à l'azote, au phosphore, aux huiles, aux métaux et aux alkalis. Ces combinaisons se nomment *sulfures*, comme celles du phosphore phosphures.

Mr. de R. Voilà bien des combinaisons.

Mr. de P. Nous n'en examinerons qu'un petit nombre. Commençons par le *sulfure d'hydrogène*, nommé *hydrogène sulfuré*. Il existe sous la forme gazeuse, a presque deux fois la pessanteur spécifique de l'air et est peut-être le plus mortel de tous les gaz; sa propriété délétère s'annonce par une odeur insupportable d'oeufs pourris. Un chien meurt dans un mélange d'air atmosphérique et de $\frac{1}{500}$ de ce gaz en poids ou de $\frac{1}{1000}$ en volume. Il est composé d'environ 94 parties de soufre sur 6 parties en poids d'hydrogène, qui a le même volume que le sulfure. On le trouve combiné dans les eaux minérales dites sulfureuses avec de la potasse ou de la soude, et c'est son évaporation qui produit l'odeur désagrable de ces eaux. On se le procure par l'action de l'acide hydro-muriateux liquide sur les sulfures de zink et d'alkali.

Ce gaz est inflammable, mais ne s'allume pas spontanément comme l'hydrogène phosphoré, ni à l'air ni dans le gaz oxigène pur. Il décompose l'air atmosphérique à la température ordinaire et produit de l'acide sulfureux et de l'eau, au moyen de l'oxigène qu'il lui enlève. Il a en outre deux propriétés très remarquables; il s'unit aux alkalis et rougit la teinture de tournesol,

propriétés qui lui ont valu l'honneur d'être rangé au nombre des acides.

Mde. de L. Au nombre des acides? Vous ai-je bien compris?

Mr. de P. Oui, madame.

Mde. de L. Mais les acides contiennent de l'oxigène et le sulfure en question ne contient que de l'hydrogène et du soufre.

Mr. de P. Oui, madame.

Mde. de L. Vous me tuez avec votre laconique: oui, madame.

Mr. de P. Que puis-je vous dire davantage? Il est très vrai, au moins c'est ma persuasion intime, que l'oxigène est un principe essentiel des acides et que l'on admet que l'hydrogène sulfuré ne contient pas un atôme d'oxigène. Il est vrai en outre que les acides sont rangés dans le système chimique sous la classe des corps brulés et ce sulfure est un corps non brulé, tout aussi bien que les sulfures métalliques. Que puis-je dire si non que c'est une inconséquence à la quelle les Chimistes s'obstinent. Il en est de même de *l'acide prussique*, liquide très volatil, inflammable, composé de carbone, d'hydrogène et d'azote, sans oxigène. Il agit sur la teinture de tournesol et les alkalis comme l'hydrogène sulfuré. Cette faute commise par les Chimistes provient de ce qu'ils regardent la propriété de rougir la teinture de tournesol comme un caractère distinctif des acides. Mais si cette teinture dans son état bleu n'est autre chose qu'une teinture primitivement rouge et rendue bleue par un alkali, comme le prétendent les meilleurs Chimistes de nos jours, vous voyez

que ce caractère se réduiroit à enlever l'alkali à la teinture bleue. Or l'affinité pour les alkalis n'est pas propre aux acides seulement; elle appartient encore aux terres et au soufre qui ne sont assurément pas des acides; pourquoi n'appartiendroit-elle pas à un composé de soufre et d'hydrogène, ou d'hydrogène, de carbone et d'azote sans que ces combinaisons soient des acides?

Puisque nous avons nommé l'acide prussique je dois vous dire qu'un mélange de ce soi-disant acide avec la potasse nous fournit le réagent le plus puissant pour découvrir les plus petites quantités d'oxide de cuivre ou de fer dans une solution donnée. Le sulfure d'hydrogène seul sert au même but; on l'employe avec succès pour reconnoitre les vins frélatés.

Le Comte C. N'est-ce pas au moyen de l'acide prussique qu'on fait le beau bleu de Prusse?

Mr. de P. On le combine à cet effet avec le deutoxide de fer qui se précipite avec une couleur verdâtre et devient bleu en absorbant l'oxigène de l'air. Le procédé qu'on suit dans les arts pour l'obtenir est compliqué. On y employe de règle du sang pour former l'acide prussique.

Tous les métaux se combinent avec le soufre et produisent des *sulfures métalliques.* Ils sont solides, cassants, inodores et insipides, et presque tous sont cristallisés; quelques uns ont le brillant métallique, d'autres pas. Ils nous offrent presque toutes les couleurs, et c'est dans ce riche fond que les peintres puisent plusieurs couleurs minérales que les oxides ne leur fournissent pas. Les sulfures sont de règle plus fusibles que les métaux lorsque ceux-ci sont difficiles à fondre, et

le sont moins quand ces métaux entrent facilement en fusion. Il n'agissent point sur le gaz oxigène sec à une température moyenne. Mais si le gaz est humide, alors ils en attirent l'eau qu'ils décomposent. Cette décomposition produit de la chaleur qui augmente l'affinité du sulfure pour le gaz oxigène, qui alors se combine avec le soufre, produit de l'acide sulfureux ou sulfurique qui attaque le métal, l'oxide et le dissout, si c'est un métal sur le quel ces acides ont prise. Si au contraire le métal est inattaquable à ces acides, il se sépare du soufre en forme métallique. La même chose a lieu en chauffant le sulfure jusqu'à la chaleur rouge ou blanche. Si l'on fait cette opération dans des vases clos, le soufre se sublime et c'est ainsi qu'on décompose plusieurs sulfures pour gagner le métal ou le soufre ou l'un et l'autre.

On compose les sulfures de la même manière, c. à. d. par la chaleur. On mêle pour cet effet le métal et le soufre tous deux pulvérisés et l'on chauffe le mélange dans un creuset jusqu'à la fusion du métal. Si le métal est très difficile à fondre on emploie son oxide avec un excédent de soufre. Alors une partie du soufre désoxide le métal et se change en acide sulfureux; le reste du soufre se combine avec le métal. La chaleur intérieure qui se dégage par la combinaison de l'oxigène de l'oxide avec le soufre, se joint à la chaleur extérieure provenante du fourneau pour fondre le métal et est d'autant plus efficace qu'elle attaque le métal dans tous ses points.

Mde. de L. Voilà de singuliers effets de la chaleur! Elle décompose et compose à elle seule les sulfures. Comment cela est-il possible?

Mr. de P. Elle produit l'un ou l'autre de ces effets selon les degrés sous les quels on l'employe; poussée jusqu'à l'incandescence elle surmonte l'affinité du métal au soufre et sublime celui-ci; mais poussée seulement jusqu'au degré de fusion du métal elle donne la forme liquide aux deux substances et met l'affinité physique en état de les réunir. Nous avons déja eu les mêmes effets de la chaleur dans l'oxidation et la désoxidation du mercure.

Permettez moi, madame, de vous dire quelques mots sur deux sulfures particuliers, celui de fer et celui de mercure, et je passerai les autres sous silence par ce qu'ils n'intéressent guères que le Chimiste de profession. Il existe deux *sulfures de fer* dans la Nature et l'Art peut en composer encore d'autres sous diverses proportions.

Celui qu'on trouve le plus souvent (on peut dire presque par tout) est le persulfure, composé d'environ 46 parties de fer et 54 de soufre; il est gris-jaunâtre, a le brillant métallique et n'attire pas l'aimant. L'autre est composé de 63 parties de fer sur 37 de soufre, est jaune, brillant et soumis à l'action de l'aimant. Ce protosulfure est bien plus rare que le persulfure.

Une mélange tout simple de limaille de fer et de soufre pulvérisé donne lieu à un phénomène étonnant et bien fertile en conséquences.

On mêle dans un grand pot de terre environ 30 livres de chacune de ces deux substances avec assez d'eau pour en faire une pâte et l'on enfouït le pot sous terre à quelques pieds de profondeur, après l'avoir bien fermé. Au bout de quelques jours le mélange éclate, dé-

tonne fortement, jette au loin la terre dont il étoit surchargé et s'allume. Nous devons cette belle expérience au Chimiste Lemery.

Mr. de R. C'est un volcan en miniature!

Mr. de P. Assurément et je vous prie de nous expliquer dans nos principes chimiques comment cet effet peut avoir lieu.

Mr. de R. Je doute que je puisse m'en tirer.

Mr. de P. Prenez courage et considérez d'abord quelles substances se trouvent dans ce procès.

Mr. de R. Du fer, du soufre et de l'eau.

Mr. de P. Connoissez vous quelque action de l'eau sur le fer?

Mr. de R. Le fer se rouille dans l'eau. La rouille est un oxide de fer; donc le fer s'oxide aux dépends de l'eau et dégage du gaz hydrogène.

Mr. de P. Je vous passe cette conclusion, quoiqu'elle ne soit pas tout-à-fait juste; demain nous verrons pourquoi. Veuillez continuer.

Mr. de R. Mais vous m'accordez la décomposition de l'eau.

Mr. de P. Assurément.

Mr. de R. Cette première décomposition, ou plutôt la première oxidation du fer, produit de la chaleur qui favorise de nouveau la décomposition de l'eau ou l'oxidation du fer. Cette nouvelle oxidation produit de nouvelle chaleur, qui à son tour produit une nouvelle oxidation plus rapide, et j'imagine que ces dégagemens de chaleur successifs peuvent aller jusqu'à la chaleur rouge, peut-être jusqu'à l'incandescence, d'autant plus que cette chaleur ne se perd pas facilement, le mélange

étant enfouï. Or comme l'oxidation du fer décompose l'eau, il est clair qu'il doit se dégager beaucoup de gaz hydrogène qui, exposé à la chaleur rouge doit s'allumer et produire l'explosion.

Mr. de P. Fort bien; mais où vous prenez-vous l'oxigène pour enflammer le gaz hydrogène? L'eau ne vous le livre pas; puisque le fer s'empare de celui qu'elle perd. Que dites-vous à cela, monsieur le Comte?

Le Comte C. Vraiment je ne sais trop; car le peu d'air qui pourroit se trouver dans les interstices du mélange ne suffiroit pas.

Mr. de V. Pour bien comprendre une affaire il faut lire les actes avec attention afin de connoitre au juste la suite des événemens. Ne nous avez-vous pas dit, monsieur de P., que le mélange éclate, détonne, jette la terre au loin et s'enflamme? L'inflammation est donc postérieure à la détonnation et, la détonnation faite, voila le gaz hydrogène en contact avec l'oxigène de l'air. C'est donc l'air atmosphérique qui fournit l'oxigène qui allume l'hydrogène.

Mr. de L. Vive la politique! Le problème est résolu.

Mr. de P. Pas tout-à-fait. Je demande à monsieur de V. quelle est la cause de l'explosion, puisque le gaz hydrogène s'enflamme après coup.

Mr. de V. J'imagine qu'elle provient de la grande élasticité que le gaz hydrogène acquiert par la chaleur rouge à la quelle il est exposé.

Mr. de P. Cela peut être; mais nous avons encore un autre agent qui est en état de produire la détonnation bien plus facilement.

Le jeune de L. C'est l'eau qui probablement ne se décompose pas toute et dont il reste assez pour se changer en une vapeur d'une force élastique presque infinie à cette haute température.

Mde. de L. Mais je m'aperçois, messieurs, que vous expliquez le phénomène sans vous soucier du soufre. Seroit-il inutile dans cette opération?

Mr. de P. Surement pas; car la limaille de fer seule ne décomposeroit pas l'eau; mais le fer et le soufre réunis opèrent cette décomposition. Et la chaleur nécessaire à cette opération est le fruit d'une première oxidation du fer par le gaz oxigène de l'air atmosphérique contenu dans l'eau. Nous apprendrons bientôt à connoitre cette oxidation en détail.

Le Comte C. Cette belle expérience de Lémery me plait surtout par les considérations théoriques qu'elle nous a offertes. Je la regarde comme extrèmement instructive.

Mr. de P. J'en suis charmé. Permettez moi de terminer notre soirée par les *sulfures de mercure.* Le soufre se combine avec le mercure sous plusieurs proportions. Le persulfure de mercure, qui contient 80 parties de mercure sur 20 de soufre est noir ou violet, se nomme vulgairement éthiops de mercure et sert en Médecine. Le protosulfure de mercure, composé de 91 parties de mercure et de 9 de soufre, est le *cinnabre* qui en masse est de couleur violette et réduit en poudre prend cette superbe couleur rouge que nous nommons vermillon, qu'il ne faut pas confondre avec l'oxide rouge de mercure que vous connoissez déja. Le vermillon ne s'altère point à l'air sec ou humide sous

une température moyenne; mais soutenu d'une chaleur supérieure, l'oxigène de l'air le décompose, lui enlève le soufre pour former de l'acide sulfureux. Mais sans le contact de l'air, la chaleur, pourvu qu'elle n'aille pas tout-à-fait jusqu'au rouge, ne le décompose pas; elle ne fait que le sublimer et rehausser sa belle couleur. On trouve le cinnabre tout fait dans les mines, dont les plus importantes sont à Idria en Carniole, à Almaden en Espagne et au Pérou. C'est de lui qu'on exploite le mercure que la Nature ne nous livre pur nulle part.

Cinquante septième entretien.

Mr. *de P.* J'ai eu l'honneur, madame, de vous parler hier de choses qui ne vous étoient pas tout-à-fait inconnues. Aujourd'hui permettez moi de commencer notre entretien par deux substances qui probablement vous le sont entièrement. La première est le *bore*.

Mde. de L. En effet ce mot n'a jamais frappé mon oreille?

Mr. de P. Mais peut-être celui de *borax*, sel dont on se sert pour faciliter la fusion de la soudure qu'on employe à joindre deux pièces de métal, de même que dans la verrerie et dans quelques opérations chimiques. Eh bien! le borax est un sel cristallisé qui nous vient du Thibet, du Bengale, de la Chine, du Pérou, etc. où on le trouve en gros blocs dans des lacs d'eau salée. Ce sel est composé d'acide borique et de soude. L'acide lui-même, qu'on a été longtems sans pouvoir le décomposer, est composé d'oxigène et d'un radical particulier à qui on a donné le nom de bore. Nous devons cette découverte aux travaux réunis des deux célèbres Chimistes Gay-Lussac et Thénard en 1809, découverte qui a l'avantage important de diminuer d'un le nombre très petit des acides à bases inconnues. Ce radical de

l'acide borique est solide, de verd olive foncé, sans saveur et sans odeur, infusible à la plus haute température du fourneau chimique. Il se combine avec l'oxigène pour former son acide, qui lui-même est solide; mais ce n'est qu'à la température un peu au dessous de la chaleur rouge que se fait la combinaison qui est une vraie inflammation; car il y a production de lumière et de chaleur. Le bore se combine seulement avec deux métaux, le fer et le platine, et produit par là deux substances qu'on nomme *borure de fer* et *borure de platine*, par analogie aux sulfures, phosphures etc.

Mde. de L. Je vous avoue que le bore et les borures m'intéressent peu, quelque importante que soit leur existence pour la théorie chimique.

Mr. de P. J'en suis fâché, madame, vû les éloges bien mérités que j'ai eu souvent l'occasion de donner à votre Logique qui se plait à tout ranger dans un ordre systématique. Mais je m'en console en me souvenant que *le bon Homère dort quelque fois.*

Mde. de L. (*un peu stupéfaite.*) Dois-je me fâcher ou m'enorgueillir de cette comparaison?

Mr. de P. Le mieux sera, madame, de l'oublier et de prêter quelque intérêt à une nouvelle substance encore très énigmatique à qui on a donné le nom *d'iode*, nom qui vient du grec et signifie violet, par ce que cette substance, chauffée à quelques degrés au dessus de l'ébullition de l'eau, se change en une vapeur de cette couleur. A la température ordinaire l'iode est solide, composé de lamelles qui ont l'éclat métallique, de couleur gris-bleuâtre foncé, à peu près comme le crayon. Il est très peu soluble dans l'eau et très fort

dans l'alkohol. Sa pesanteur spécifique est très remarquable; elle va à près de 5 fois celle de l'eau. Le gaz oxigène n'a, dans son état naturel et même soutenu de la chaleur, aucune prise sur l'iode. Il en est de même de l'azote. L'iode ne fait également aucun effet sur le carbone. Par contre il entre en combinaison avec le phosphore, l'hydrogène et presque tous les métaux et forme des *iodures*. Son action sur le phosphore est très marquante, elle produit un grand dégagement de lumière et de chaleur et un phosphure d'iode ou iodure de phosphore. Si ces deux substances sont mêlées avec de l'eau, l'eau se décompose; il se forme du gaz hydrogène phosphoré, de l'acide phosphoreux et une combinaison d'iode et d'hydrogène qui a les propriétés des acides, et se nommé *acide hydriodique*.

Le Comte C. Ce nouvel acide m'étonne. Voilà le second acide que la Chimie nous fait connoitre dont la base est l'hydrogène et le principe acidifiant autre chose que l'oxigène! Ou bien l'iode seroit-il de l'oxigène sous une forme concrète?

Mr. de P. Je réponds à cela comme le chantre de Mantoue: *non nostrum inter vos tantas componere lites.* Ce n'est pas à moi de décider une si grande question. Au contraire, je vais vous embarasser doublement en vous disant que l'iode, la même substance qui acidifie l'hydrogène, peut se combiner avec l'oxigène dans plusieurs opérations où l'oxigène est au moment de prendre la forme de gaz, et forme alors un nouvel acide nommé *acide idiodique*, dont l'iode est le radical et l'oxigène le principe acidifiant.

Mr. de R. Voilà une seconde Chlorine toute faite!

Mr. de P. Et, à ce qu'assurent plusieurs Chimistes, une nouvelle preuve pour l'hypothèse de Davy.

Mr. de V. Ce pourroit être une analogie en faveur de cette hypothèse, non une preuve.

Mr. de P. Ce qui m'étonne dans ces phénomènes, c'est qu'il ne faut qu'une partie en poids d'hydrogène sur 100 parties d'iode pour composer l'acide hydriodique et une partie d'oxigène sur 20 parties d'iode pour former l'acide iodique. Aucun autre acide connu ne livre des proportions aussi petites.

Le Comte C. Que disent les Chimistes?

Mr. de P. Après avoir fait ce qu'ils ont pu pour découvrir de l'oxigène dans l'iode sans y réussir, ils ont décrété que l'iode est une substance simple qui jouït en même tems de la propriété d'un radical et de celle du principe acidifiant.

Mde. de L. Mais quelle est votre opinion, monsieur de P.? Vous voyez que l'iode commence à m'intéresser.

Mr. de L. Il a juré la mort aux hermaphrodites et je vous réponds qu'il ne laissera pas vivre celui-là.

Mr. de P. Fort juste. Au reste c'est sans animosité que je le fais. Récapitulons de sang froid ce que nous savons à cet égard. Nous connoissons l'oxigène comme le principe acidifiant; plus de trente acides mettent cette thèse hors de doute. La Chlorine (notre acide muriateux) est selon Davy un second principe acidifiant. L'iode sera le trosième, au quel nous devons ajouter le soufre comme quatrième oxigène; car la combinaison du soufre avec de l'hydrogène produit le soi-disant acide connu sous le nom d'hydrogène sulfuré.

Ainsi nous aurions déja quatre oxigènes; car oxigène veut dire à la lettre principe acidifiant. Et s'il suffit d'un composé d'hydrogène et d'une autre substance qui rougisse la teinture de tournesol, pour considérer cette autre substance comme principe acidifiant, le soi-disant acide prussique nous offrira un oxigène dans un mélange de carbone et d'azote *) d'où il suit que nous aurions un principe acidifiant non simple mais composé: ce qui est contraire à l'idée qu'on se fait d'un principe. N'est-il pas plus naturel de n'admettre qu'un principe acidifiant et de rejetter ces soi-disants acides à qui l'on n'a donné ce titre que par ce qu'ils rougissent la teinture de tournesol et entrent en combinaison avec quelques oxides?

Le Comte C. Mais que fera-t-on de ces soi-disants acides?

Mr. de P. Une classe particulière de substances à qui nos grands Chimistes donneront un nom particulier. Si j'osois me permettre d'en proposer un, je proposerois celui *d'idrique.*

Je crois, madame, vous avoir entretenu assez longtems des épines que la Chimie rencontre dans le champ des faux acides. Permettez moi de passer aux *métaux,*

*) C'est ce qu'admettent en effet presque tous les Chimistes et surtout Gay-Lussac qui a nommé le soi-disant principe acidifiant de l'acide prussique *cyanogène,* nom grec qui signifie producteur de la couleur bleue, par ce que ce soi-disant acide teint l'oxide de fer en bleu en produisant le bleu de Prusse. L'illustre Vauquelin vient d'ajouter à l'acide hydrocyanique l'acide *cyanique,* un vrai acide dont l'oxigène est le principe acidifiant et le cyanogène le radical.

autre genre de substances que l'on n'a encore pu ni composer ni décomposer quoique l'Alchimie ne se soit pas donné peu de peine à cet égard.

Si nous en exceptons l'air que nous respirons, les végétaux qui nous nourrissent et la terre qui nous porte, je doute qu'il y ait une classe de corps qui exerce autant d'influence sur l'homme que les métaux. C'est un métal qui sillonne la terre pour la rendre fertile; c'est le même métal dont on forge le sabre et le fusil; c'est un métal dont on fond les canons qui écrasent les armées et les forteresses, le même dont on fond les cloches qui nous appellent au service du Dieu de paix et de miséricorde; c'est un métal dont se forment les utensiles de presque tous les ateliers; ce sont trois métaux dont on fait la monnoie qui est l'unité pour tous les échanges, la base du commerce; ce sont enfin des métaux qui fournissent au peintre les plus solides couleurs et celles dont vos chambres, madame, sont enluminées avec tant de goût. Eh bien! malgré tous ces services, utiles ou pernicieux, que nous tirons des métaux, nous ne sommes pas encore en état de donner une définition précise du métal. Nous sommes obligés de nous en tenir à quelques propriétés communes à tous les corps que nous regardons comme appartenantes à ce genre.

Les métaux sont les plus opaques de tous les corps; leur surface est très brillante et susceptible d'un beau poli. Plusieurs d'entre eux sont malléables et ductiles. Tous sont fusibles et presque tous se cristallisent en se réfroidissant. Les métaux sont les meilleurs conducteurs de la chaleur et de l'électricité. Tous sont susceptibles de se combiner avec l'oxigène, et la plûpart

en forme d'oxides et combinés avec les acides, produisent des sels. Enfin tous les métaux, à l'exception de deux, sont beaucoup plus pesants que l'eau.

Nous connoissons environ 32 métaux. Je dis environ, par ce que depuis une vingtaine d'années leur nombre augmente sensiblement par de nouvelles découvertes. Voici ceux qui sont décidément connus: Le platine, l'or, l'argent, le mercure, le cuivre, le fer, l'étain, le plomb, le zinc, l'arsénic, le cobalt, le bismuth, le manganèse, le molybdène, l'antimoine, le nickel, le chrôme, le tungstène, le tellure, le titane, l'urane, le columbium, le cérium, l'osmium, le palladium, le rhodium, l'iridium, le potassium, le sodium, le barium, le strontium, le calcium.

Pour que ces trente deux noms ne soient pas, à l'exception des huit ou dix premiers, de simples sons sans signification pour vous, je vais madame, avoir l'honneur de vous partager les métaux en différents groupes rélativement à leur influence sur l'oxigène. D'abord nous distinguons ceux qui absorbent le gaz oxigène en se combinant avec lui, de ceux qui ne l'absorbent pas, quelque soit la chaleur qu'on y emploie.

Mr. de L. Arrêtez, monsieur le Professeur. Vous venez de nous dire que tous les métaux se combinent avec l'oxigène et à présent vous voulez faire une classe entière de métaux qui ne se combinent pas avec l'oxigène.

Mr. de G. Voilà, mon cher, votre logique en défaut.

Mr. de P. (*souriant.*) Qu'en pensez-vous, madame?

Mde. de L. Que vous vous tirerez d'affaire.

Mr. de P. Je désirerois fort, messieurs qui m'apostrophez si vivement, pouvoir charger madame de L. de vous faire la petite leçon que vous me forcez de vous donner, afin qu'elle vous paroisse moins amère. J'ai dit et dis encore que tous les métaux sont susceptibles de se combiner avec l'oxigène, mais pas tous avec le gaz oxigène; car l'oxigène n'a pas toujours la forme gazeuse; il a de règle la forme liquide dans les acides et solide dans les oxides. Les métaux qui n'attaquent nullement le gaz oxigène, c. à. d. le platine, l'or, l'argent, le palladium, l'iridium et le rhodium, sont oxidables par quelques acides et témoignent par là de l'affinité pour l'oxigène liquide qu'ils rendent solide en se combinant avec lui. Et c'est un exemple frappant de l'importance des formes en Chimie, importance dont nous avons déja parlé dans la théorie de la chaleur.

Tous les autres métaux sont oxidables par le gaz oxigène, mais à différentes températures. Ils attirent pour la plûpart le gaz oxigène à la plus haute température qu'on puisse leur donner et au dessous jusqu'à certains degrés. Quelques autres, le mercure, le plomb, le nickel et l'osmium, ne l'attirent qu'à de moindres températures et leurs oxides se décomposent par la chaleur rouge.

Nous pouvons former deux autres grouppes de métaux rélativement à leur influence sur l'eau, dont le premier contient ceux qui ne décomposent pas l'eau, sous aucune température. Ces métaux sont au nombre de 23. Le second grouppe contient les neuf autres métaux qui tous décomposent l'eau. Six d'entre eux la décomposent à la température ordinaire et sont le man-

ganèse, le potassium, le sodium, le barium, le strontium et le kalium. Les trois autres ne la décomposent qu'à l'aide de la chaleur rouge et sont le fer, le zink et l'étain.

Le Comte C. J'avoue que je ne conçois pas cette dernière division en deux grouppes; car j'ai toujours cru que le fer, le zink, le plomb, le cuivre, l'étain et beaucoup d'autres décomposent l'eau à la température ordinaire. Car ces métaux mis sous l'eau se rouillent, s'oxident et doivent par conséquent décomposer l'eau en lui enlevant son oxigène pour s'oxider.

Mr. de P. C'étoit il y a dix ou quinze ans l'opinion reçue, à la quelle peut-être quelques Chimistes tiennent encore; mais l'expérience a bien prouvé le contraire. Nous avons ici précisément le cas du phosphore. L'oxidation de ces métaux sous l'eau se fait par l'oxigène de l'atmosphère au quel l'eau sert comme de filtre chimique. Voici les preuves que j'en ai fournies. J'ai placé dans des vases de verre ouverts sous de l'eau distillée de petits cylindres bien polis de fer, de zink, de plomb, de laiton et de cuivre. J'ai ensuite placé dans de petites bouteilles pleines d'eau distillée et bien purgée d'air cinq autres cylindres absolument semblables aux premiers, et bien fermé ces bouteilles. Au bout de trente jours les cinq premiers cylindres se sont trouvés oxidés plus ou moins, le fer le plus, tandis que les cinq autres n'étoient nullement oxidés. — J'ai placé une plaque de fer poli sous une cloche pleine d'eau, comme dans l'expérience du phosphore. Elle s'y est oxidée sans qu'il se soit dégagé la moindre bulle de gaz hydrogène, et cependant il s'étoit formé tant d'o-

xide que si cette oxidation eut été dûe à la décomposition de l'eau, il auroit dû se dégager un peu plus de 2 pouces cubes d'hydrogène.

Le Comte C. Ces expériences prouvent beaucoup, il est vrai. Mais comme vous nous avez dit que peut-être l'eau peut exister sous une moindre quantité d'oxigène de même que le célèbre Thénard a prouvé qu'elle peut exister sous une plus grande quantité, il seroit possible que la masse d'eau eut perdu une petite portion d'oxigène suffisante pour oxider votre plaque de fer, sans dégager pour cela de l'hydrogène.

Mr. de P. Cette objection est très spécieuse. Voyons si l'expérience ne la lèvera pas. J'ai placé un cylindre de fer sous du mercure dans un vase ouvert, et le cylindre s'est oxidé; dans un vase fermé il n'y a pas eu d'oxidation. Le mercure est un métal et ne peut par conséquent fournir d'autre oxigène que celui de l'air atmosphérique qu'il filtre ici comme l'eau dans les autres expériences.

Le Comte C. Mais le mercure ne filtre-t-il pas aussi de l'humidité — pardonnez moi cette nouvelle objection. — Il me semble que l'expérience eut dû se faire sous une cloche pleine d'air bien desséché.

Mr. de P. Je l'avoue; aussi je l'eusse répété de cette manière si je n'avois pas fait une autre expérience qui prouve directement que l'oxigène qui produit ces oxidations provient immédiatement de l'air. J'ai placé environ une once de limaille de fer bien imprégnée d'eau dans un tube de $\frac{3}{4}$ de pouce de diamètre, de 3 pieds de longueur et fermé par un bout; puis l'autre bout a été fermé hermétiquement. Le tube étoit gradué très ex-

actement pour mesurer l'absorption qui auroit lieu. Au bout de quatre jours j'ai ouvert ce tube dans l'eau, qui s'est précipitée sur le champ dans le tube pour remplir le vide causé par l'absorption. Corrections faites pour les variations du baromètre et du thermomètre l'absorption s'est trouvée être un peu plus de $21\frac{1}{3}$ p. Cent de l'air renfermé dans le tube, et ce qui est resté de cet air ne contenoit qu'une quantité à peine sensible d'oxigène.

Ainsi le fer, qui à sec n'attire pas du tout le gaz oxigène à la température ordinaire, a enlevé dans cette expérience à l'air atmosphérique renfermé dans le tube tout l'oxigène qu'il contenoit, et ce gaz oxigène a dû passer à travers la mince couche d'eau qui couvroit la limaille.

Le Comte C. Cette preuve est sans replique.

Le jeune de L. Je le crois également. Mais tout ceci me paroit plaisant. Monsieur de P. nous a donné tout-à-l'heure la liste des métaux qui attirent le gaz oxigène à des températures au dessous de la chaleur rouge; ce sont le mercure, le plomb, le nikel et l'osmium, si je ne me trompe. Ainsi le fer est du nombre de ceux qui ne se combinent avec le gaz oxigène qu'à la faveur de la chaleur rouge. Et cependent voilà le fer qui attire, même au travers de l'eau le gaz oxigène à la température ordinaire. Que penser de cette contradiction?

Mr. de P. Je me félicite, mon cher, de vous voir si bien entrer dans notre matière. Voici ma réponse: Il y a longtems qu'on a observé que les gaz agissent plus puissamment sur les corps lorsqu'il sont mêlés avec de l'eau ou seulement imprégnés d'humidité. Mais ce n'est pas l'eau comme telle qui produit cet effet puisque nous

avons vû que le fer s'oxide aussi dans le mercure comme dans l'eau. C'est l'état de condensation du gaz qui est cause de ce phénomène car tout gaz absorbé par l'eau ou tout autre liquide s'y trouve dans un état de condensation bien supérieur à celui où il se trouve sous le poids seul de l'atmosphère. Et voilà une nouvelle preuve marquante de la grande importance des formes sous les quelles les substances se trouvent lorsqu'on veut les combiner.

Mde. de L. Tout ceci me prouve l'importance immense de la Physique pour la Chimie.

Mr. de P. Elle est si grande que j'ose dire que sans la Physique le laboratoire du Chimiste ne seroit qu'une mauvaise cuisine. — Mais passons aux autres propriétés des métaux. D'abord leur pesanteur spécifique est très remarquable. C'est parmi les métaux qu'on trouve les corps plus pesants: Le platine battu a 22 fois le poids de l'eau et les autres métaux forment une suite qu'on peut regarder comme sans lacune et qui va jusqu'à la pesanteur spécifique 6. De là il se trouve une lacune jusqu'aux deux plus légers métaux, le sodium et le potassium qui sont un peu plus légers que l'eau. Au reste il est possible que cette lacune se remplisse par dix métaux dont on n'a pas encore trouvé la pesanteur specifique par ce qu'on ne peut s'en procurer que de très petites parcelles, et dont on sait seulement qu'ils sont plus pesants que l'eau.

On comprend sous le nom de ductilité la faculté de se réduire en lames sous le choc du marteau ou par la pression du laminoir et en fils par l'action de la filière. Au reste ces trois opérations, du marteau, du laminoir

et de la filière, ne sont pas toutes également applicables à chaque métal ; les différences cependant ne sont pas très considérables. On ne compte que 16 métaux ductiles dont je vais avoir l'honneur de vous nommer les dix premiers dans l'ordre moyen du leur ductilité. L'or, l'argent, le platine, le cuivre, le fer, l'étain, le plomb, le zink, le nickel, le palladium. Les six autres, le mercure, le rhodium, l'osmium, l'iridium, le potassium et le sodium n'ont point encore assez été examinés à cet égard pour fixer l'ordre sous le quel ils se rangent. Les seize autres métaux sont cassants.

Mr. de R. Je m'étonne que le mercure, que les Physiciens ont toujours sous la main et en si grande quantité, n'ait pas encore obtenu son rang dans la classe des métaux ductiles.

Mr. de P. Les Physiciens sont bien contents de savoir seulement que le mercuae est malléable ; car on ne peut l'obtenir en forme de corps solide qu'à près de 32 degrés R. au dessous de la température de la congélation de l'eau. On n'a pu faire d'autres expériences sur sa ductilité qu'avec le marteau.

Les métaux se distinguent encore par leur dureté. Les métaux les plus durs sont le tungstène et le palladium, puis le manganèse, le fer, le nikel, le platine, etc. L'étain et le plomb sont déja très compressibles et le sodium et le potassium n'ont que la consistance de la cire. L'élasticité des métaux est précisément en raison de leur dureté ; les plus durs ont la plus parfaite élasticité. Au reste on peut augmenter la dureté et l'élasticité des métaux en les alliant à d'autres, même à de moins durs. Tel est le métal des cloches qui est com-

posé de beaucoup de cuivre et d'un peu d'étain; il est très dur, très élastique, même cassant, et par là sonore. D'autres substances mêlées aux métaux produisent des effets semblables; l'acier par ex: est un composé de fer et d'un peu de carbone, un carbure de fer. Trempé, c. à. d. chauffé jusqu'au rouge et réfroidi subitement (ordinairement dans l'eau froide) il acquiert la plus grande dureté et devient très cassant. Chauffé ensuite et réfroidi très lentement, l'acier acquiert une très grande ductilité et devient aussi pliant que l'étain ou le plomb. Enfin on produit la grande élasticité des ressorts de montre en recuisant l'acier trempé, c. à. d. en le chauffant jusqu'à certains degrés. Tous ces phénomènes ne vous paroitront pas étranges si vous voulez bien, madame, vous rappeller ce qui a été dit sur les larmes de verre dans un de nos entretiens sur la chaleur.

Tous les métaux sont fusibles. Il n'y a que quelques années que nous sommes en état de dire cela généralement, c. à. d. depuis l'invention d'une méthode de fusion en petit dûe à un Anglois nommé Newmann, que j'aurai l'honneur de vous faire connoitre par la suite. Les uns sont fusibles au dessous de la chaleur rouge, à la tête des quels se trouve le mercure qui ne perd sa liquidité qu'à $31\frac{1}{5}$ degrés R. au dessous de la congélation de l'eau. Viennent ensuite le potassium, le sodium, l'étain, le bismuth, le plomb etc. D'autres ne sont fusibles qu'à la chaleur rouge ou à l'incandescence; tels sont l'argent, le cuivre, l'or, le cobalt, le fer, le platine etc. Ce dernier métal exige plus de 14000 degrés R. ou près de 18000 degrés C. pour sa fusion, tandis que le potassium et le sodium fondent à une température

encore au dessous de celle de l'eau bouillante. Tous fondent subitement dès qu'ils ont la température nécessaire. Le platine et le fer font seuls exception; ils se rammollissent avant de fondre. Plusieurs métaux exposés à une température au dessus de celle de leur fusion se réduisent en vapeurs; tels sont le mercure, l'arsenic, le zink, le potassium. La plupart se volatilisent à ces hautes températures par l'action de l'oxigène de l'air qui les oxide. Lorsqu'on a fondu un métal et qu'on le laisse se réfroidir il se cristallise. Les formes qu'il affecte sont le cube et l'octaèdre. (L'octaèdre est une figure à huit faces triangulaires, un assemblage de deux pyramides à quatre faces, dont les bases se touchent). On s'assure de ces cristallisations en fondant les métaux, en les laissant se réfroidir rapidement à peu près à moitié, en perçant la croute qui se forme à la surface et en décantant la partie liquide. Ce qui reste dans le creuset offre les cristaux formés à la surface intérieure. Le moire métallique est une cristallisation qu'on rend apparente par un acide.

Les métaux s'unissent les uns aux autres en toutes proportions par l'affinité physique. On nomme ces mélanges *alliages*. Le mercure s'allie le plus facilement à la plupart des autres métaux et ses alliages se nomment amalgames. Pour former un alliage il faut au moins que l'un des deux métaux soit en fusion de même que pour toutes les combinaisons que l'affinité physique doit opérer. La fusion des deux métaux favorise la formation des alliages et est nécessaire lorsque l'un des deux métaux est très dur, par ce que la ténacité de ses parties s'oppose à l'action de l'affinité qui tend à lui com-

muniquer la fluidité de l'autre métal. Les alliages les plus difficiles à faire sont ceux de deux métaux dont l'un est très fusible et l'autre très peu, par ce que celui-là, en s'approchant de celui-ci réduit en fusion, se vaporise ou se volatilise. Cependant l'alliage réussit en plongeant de petits morceaux du métal aisément fusible dans la fonte de l'autre métal. Les alliages ont tous une moindre ductilité que la ductilité moyenne des métaux dont ils sont formés. Ils sont cassants lors que la proportion du mélange approche de l'égalité et il faut un surplus considérable de métal ductile sur un métal cassant pour faire un alliage ductile. Les alliages sont tous plus fusibles que le métal le moins fusible des deux. Enfin il y a presque autant d'alliages dont la densité est moindre que la densité moyenne des métaux qui les constituent que de ceux dont la densité est plus grande que la moyenne.

Mde de L. Vos alliages, monsieur de P., ne m'amusent pas du tout.

Mr. de P. Je n'en doute nullement, madame. Aussi ne vous en ai-je parlé que pour me mettre à l'abri du reproche que monsieur le Comte auroit pu me faire d'avoir omis tout-à-fait ce sujet. A présent, si je voulois vous introduire dans le vrai sanctuaire de la Chimie, je devrois vous faire passer en revue chacun des trente deux métaux, une cinquantaine d'oxides et cinq acides métalliques avec les propriétés particulières à chacun d'eux: ce qui à-coup-sur vous ennuieroit également. Ce que ce sujet contient de vraiment intéressant n'est pas pour cela perdu; nous trouverons l'occasion d'y revenir.

Les Anciens ne connoissoient que sept métaux, autant que de planètes dans notre système solaire; ce sont ceux dont on fait encore aujourd'hui le plus grand usage, l'or, l'argent, le fer, le cuivre, le plomb, l'étain et le mercure. Le huitième, le zink, a été découvert vers le milieu du 16e siècle par Paracelsus, le prince des Alchimistes, faiseurs d'or et de la pierre philosophale qui n'a pas empêché le grand Paracelsus de mourir des fruits de ses débauches à l'age de 48 ans. Pendant les deux cents ans suivants on a découvert le bismuth, l'antimoine, l'arsénic et le cobalt. La découverte du platine en 1741 a fait époque dans l'histoire des métaux et depuis ou a découvert les vingt autres métaux, ce qui fait en nombre moyen un métal tous les trois ans, et à l'instant où nous parlons on en découvre peut-être de nouveaux *).

Le Comte C. Que fait-on de tous ces métaux. On en parle beaucoup; mais leur utilité ne me paroit pas grande.

Mr. de P. A l'exception du platine, du zink, et du cobalt, les anciens connoissoient déja presque tous les métaux employés dans les arts. Par contre la Chimie tire bien des lumières de la connoissance de quelques uns des nouveaux métaux. Le potassium et le sodium par ex: sont de tous les corps connus ceux qui ont le plus d'affinité pour l'oxigène et ont servi à décomposer plusieurs substances que l'on étoit tenté de regarder comme simples. Et si quelque Chimiste nous tronvoit un nouveau métal avec le quel on pût décomposer l'acide muriatique,

*) En effet nous avons depuis peu le Cadmium, le Vestium, le Wodanium.

l'acide fluorique, l'iode et le soufre, il est clair que la théorie chimique y gagneroit beaucoup.

Le Comte C. Je vous suis reconnoissant de cette remarque sans la quelle j'allois dire qu'il sera bientôt aussi inglorieux de découvrir un nouveau métal que de trouver une nouvelle espèce de plantes.

Mr. de P. Pardon, monsieur le Comte; la comparaison, je crois, ne cadreroit pas tout-à-fait. Car les Chimistes n'ont pas la vanité de faire peindre à frais énormes leurs métaux, leurs oxides, leurs sels, comme les Botanistes font peindre graver et leurs plantes. Si cela continue il n'y aura bientôt plus que les têtes couronnées qui puissent apprendre la Botanique, et comme les Princes ont autre chose à faire, vous voyez que ce luxe, s'il continue, tuera cette partie de l'étude de la nature.

Le Comte C. Je suis d'autant plus de votre avis là-dessus que je regrette, par pitié pour ma bourse, de m'être embarqué dans plusieurs souscriptions de ce genre, et pour completter le ridicule de cette somptuosité dans les grands ouvrages de Botanique je vous nommerai un certain Kerner qui peint un ouvrage pour le quel il n'a que 6 souscripteurs et ces souscripteurs sont à la lettre des têtes couronnées.

Mr. de P. Je connois cet ouvrage dont chaque feuille est une folie, mais une folie admirable pour la justesse des formes et la vérité des couleurs. Terminons notre soirée par cette apostrophe à la Botanique et remettons à demain l'énumération des derniéres substances non décomposées.

Cinquante huitième entretien.

Mr. *de P.* Je prévois et prédis, madame et messieurs, que notre soirée ne se terminera pas sans débats, les objets dont j'ai à vous entretenir ayant subi depuis quelques années une révolution qui n'est pas encore terminée et qui n'embarrasse pas peu la Chimie.

Mde. de L. J'espère, monsier de P., que vous finirez par nous mettre d'accord.

Mr. de P. J'en doute fort, madame. Car je me garderai bien de m'ériger en arbitre dans des questions de Chimie que les plus grands Chimistes n'ont pas encore éclaircies. Les *terres* et les *alkalis* sont une série de substances qui jouent un grand rôle dans les phénomènes chimiques. Ces substances sont au nombre de douze, la *silice*, la *magnésie*, la *zircone*, la *glucine*, l'*alumine*, l'*ytria*, l'*ammoniaque*, la *soude*, la *potasse*, la *chaux*, la *strontiane* et la *baryte*. Les six premières sont les terres, les six dernières sont les alkalis. Toutes ces substances, lorsqu'elles sont bien pures, sont incolores et n'ont aucun effet sur le gaz oxigène à une température moyenne, mais elles ont toutes de l'affinité physique pour les acides, les unes pour tous les acides, d'autres pour un seul on quelques uns. Nous décou-

vrons leur caractère principal en examinant comment elles se comportent avec l'eau pure et avec quelques substances oxidables, telles que le phosphore, le soufre, les matières animales.

Nous connoissons deux espèces d'action de ces substances sur l'eau; la première consiste en ce que ces corps (mais pas tous) sont solubles dans l'eau; la seconde en ce que ces corps (mais pas tous) se combinent avec l'eau de manière à la rendre solide. Ces composés d'eau solidifiée et d'une de ces substances (parmi les quels on doit compter encore beaucoup d'oxides métalliques) se nomment *hydrates*. Les hydrates se décomposent par la chaleur rouge, l'eau à cette température prenant en vertu de son affinité pour le calorique la forme de vapeur.

Plusieurs des corps que nous examinons se combinent à l'aide de la chaleur avec le phosphore et le soufre et produisent des composés qui ont beaucoup plus d'affinité avec le gaz oxigène que le soufre et le phosphore seuls. Ils décomposent par là l'eau et fournissent le gaz hydrogène phosphoré et le gaz hydrogène sulfuré que vous connoissez déja.

Ces mêmes corps décomposent les matières animales et favorisent la putréfaction, soit par la propriété que je viens de citer de se combiner avec le phosphore et le soufre, soit par celle de solidifier l'eau, soit qu'ils aient celle de se combiner avec des composés d'hydrogène et de carbone, quoiqu'ils ne puissent se combiner avec une de ces deux substances seules. Cette propriété de décomposer les substances animales et d'en détruire l'organisation a été nommée *causticité*. Elle se perd

dès que ces substances se combinent avec l'acide carbonique ou tout autre.

Parcourons rapidement les terres et les alkalis rélativement aux propriétés que nous venons de décrire.

La *silice* est vraisemblablement la substance solide la plus répandue sur la surface de notre globe. Elle fait au moins $\frac{5}{10}$ du granit et presque la moitié de tous les autres rochers. Elle n'a aucune action chimique sur l'eau et sur les substances oxidables. Elle n'a, à la température ordinaire et lorsqu'elle est bien pure, d'affinité que pour un seul acide, l'acide fluorique. A l'aide de la chaleur rouge elle se combine avec plusieurs alkalis et gagne par là en fusibilité.

La *magnésie* n'a aucune action sur l'eau et les alkalis. Elle ne se combine pas avec le soufre ou le phosphore purs, mais avec les combinaisons de ces substances avec les alkalis. Elle est soluble dans tous les acides, l'acide muriatique excepté.

La *zircone* est insoluble dans l'eau; cependant elle se mêle à l'eau et forme par là une substance gélatineuse, ce qui peut-être est un commencement de solidification de l'eau. Elle n'a point d'affinité pour le phosphore, le soufre et les alkalis et ne décompose pas les matiéres animales. Elle est soluble dans quatre acides.

La *glucine* est insoluble dans l'eau; mais elle forme avec l'eau une pâte qu'on ne peut décomposer que par la chaleur rouge. Il semble par conséquent qu'elle solidifie un peu d'eau. Elle n'a point d'affinité avec les matières oxidables, mais avec les alkalis par l'interven-

tion de l'eau. Elle est soluble dans tous les acides, à l'exception de cinq.

L'*alumine* est insoluble dans l'eau, mais solidifie l'eau. Elle est soluble dans les alkalis imprégnés d'eau et dans tous les acides, l'acide carbonique excepté. Elle est sans action sur les substances oxidables.

L'*Yttria* ressemble beaucoup à la glucine à l'exception qu'elle n'est pas soluble dans les alkalis purs. Elle paroit avoir quelque affinité pour le soufre.

Mde. de L. Les terres me paroissent avoir bien peu de propriétés. La silice surtout me paroit bien revêche. J'espère que les alkalis seront plus traitables.

Mr. de P. Ils le sont assurément, madame. D'abord ils sont tous solubles dans l'eau; ils se combinent tous avec tous les acides; tous solidifient l'eau; tous se combinent avec le phosphore et le soufre; tous décomposent les matières animales; tous sont par conséquent caustiques. Permettez moi de vous les faire connoitre aussi succinctement que possible.

L'*ammoniaque* est un alkali que nous ne connoissons que sous la forme de gaz, et fait en cela exception à toutes les terres et à tous les autres alkalis dont la forme naturelle est la forme solide. Cette forme gazeuse est probablement ce qui fait que, quelque grande que soit l'affinité du gaz ammoniaque pour l'eau, cependant il ne solidifie pas l'eau d'une manière aussi distincte que les autres alkalis. Au reste lorsque l'eau a absorbé le maximum de gas ammoniac (ce qui va jusqu'à plus du tiers du poids de l'eau) alors le mélange a perdu beaucoup de sa transparence et de sa fluidité; il forme une espèce de gélatine blanche. Dans d'autres

solutions moins saturées l'eau en surplus dissout complettement l'hydrate formé. Le gaz ammoniac est inflammable dans le gaz oxigène et détonne violemment lorsqu'on le mêle à l'acide muriatique.

La *soude*, nommée aussi alkali minéral, parce qu'on l'extrait du sel marin ou de roche qui est composé de soude et d'acide muriateux (on l'extrait également et avec plus d'avantage des plantes marines) est fusible beaucoup au dessous de la chaleur rouge qui le volatilise. Lorsqu'on verse de l'eau goutte à goutte sur cet alkali, l'eau se solidifie avec un grand dégagement de chaleur qui provient du changement de forme que l'eau éprouve dans cette combinaison. La soude est très soluble dans l'eau et attire fortement l'humidité de l'air. Lorsqu'on fait évaporer l'eau qui la tient en solution elle se cristallise. A l'aide de la chaleur rouge elle se combine avec environ trois fois son poids de silice et forme le verre. Elle est très caustique et se combine avec le phosphore et le soufre.

La *potasse* a toutes les propriétés de la soude et à un degré plus éminent, excepté celle de fondre la silice à l'aide de la chaleur, qui est moindre que celle de la soude. 100 parties en poids de potasse se dissolvent dans 75 parties d'eau.

La *chaux* a la propriété des trois alkalis que je viens de nommer, les unes à un degré plus éminent, les autres à un moindre degré. Elle n'est que peu soluble dans l'eau. Une partie de chaux exige 680 parties d'eau froide et 500 d'eau bouillante pour sa solution. Par-contre elle solidifie l'eau en plus grande quantité et avec plus de véhémence que la potasse et la soude. Lors

qu'on éteint la chaux pure avec peu d'eau à la fois, non seulement la chaleur qui en résulte va jusqu'à l'incandescence, mais il se forme en outre une petite flamme très visible dans l'obscurité, ce qui indique une décomposition d'eau à la faveur de cette grande chaleur.

Le Comte C. Cela suppose qu'il se dégage du gaz hydrogène qui s'enflamme au contact de l'air.

Mr. de P. Précisément. La chaux a une grande affinité pour le phosphore, le soufre et l'hydrogène sulfuré et détruit rapidement les matières animales. Cependant elle a la propriété singulière d'enlever aux substances qui commencent à pourrir celles qui ont déja succombé à la pourriture. La chaux se fond et se vitrifie à la chaleur rouge aidée de l'influence de la potasse ou de la soude, mais elle ne se combine pas avec eux par l'intermédiaire de l'eau; au contraire l'eau de chaux est decomposée par l'action d'un des trois alkalis précédents et la chaux se précipite. L'usage de la chaux est connu et vous savez, madame, que le soi-disant plâtre de vos chambres (car on n'y emploie plus guères de vrai plâtre mais de bonne chaux) est un hydrate de chaux combiné avec de l'acide carbonique. Le vrai plâtre est une combinaison d'acide sulfurique avec la chaux, qu'on nomme sulfate de chaux. La chaux se combine avec tous les acides.

La *strontiane* a les propriétés alcalines de la chaux mais à un degré supérieur. Une partie de strontiane est soluble dans 200 parties d'eau à la température ordinaire. Elle a encore plus d'affinité que la chaux pour les substances inflammables citées. Lors qu'on compose un sel de strontiane avec l'acide nitrique ou mu-

riatique et qu'on dissout ce sel dans de l'alkohol, alors la flamme de l'alkohol allumé, au lieu d'être bleuâtre comme d'ordinaire, prend une belle et forte teinte rouge. Au moyen de cette jolie expérience on distingue facilement la strontiane de la chaux qui participe il est vrai, mais très foiblement, à cette propriété.

La *baryte* est encore plus alkaline que la strontiane. Elle est soluble dans 20 parties d'eau froide et 2 d'eau bouillante. Elle a la plus grande affinité pour le phosphore, le soufre et les matières animales. Elle se combine avec tous les acides avec violence et produit par là des sels qui la plupart sont des poisons, parce qu'elle ne perd pas sa causticité dans ces combinaisons.

Je dois ajouter que ces six alkalis ne se distinguent pas seulement par les différents degrés de force avec les quels ils agissent, mais encore en ce que tous les sels des trois premiers alkalis sont solubles dans l'eau, ceux des trois derniers insolubles, à l'exception de quatre de chaux, quatre de strontiane et deux de baryte; ce qui prouve que le peu de solubilité des trois derniers alkalis dans l'eau suit ces substances dans leurs combinaisons avec les acides.

Le Comte C. D'où l'on peut conclure que les sels que fournissent les terres doivent être insolubles dans l'eau.

Mr. de P. Malheureusement je dois vous contredire dans cette opinion; nous avons peu de sels à bases terreuses, mais le plus grand nombre de ces sels est soluble dans l'eau. La nature semble se plaire à nous interdire ces sortes d'inductions qui d'ailleurs paroissent si naturelles.

Le Comte C. Cela est fâcheux et rend l'étude de la Chimie très peinible. Un bon Chimiste doit avoir une grande mémoire.

Mr. de P. Qui vient d'être récemment surchargée de deux nouveaux alkalis, dont l'un nommé *lithion*, appartient au règne minéral et l'autre, nommé *vauqueline*, appartient au règne végétal et a la singulière propriété de ne pas brunir la teinture de curcuma.

Si nous jettons un coup d'oeil sur la série des terres et de leurs propriétés comparées à celle des alkalis, nous trouverons que les terres, dans l'ordre suivant le quel nous les avons rangées, s'approchent petit à petit des alkalis à raison de l'affinité chimique avec plus ou moins d'acides, et à raison d'une plus ou moins grande affinité physique et chimique pour l'eau et les substances oxidables.

Nous arrivons à présent à la grande question qui consiste à savoir si les terres et les alkalis sont des substances composées ou non. La Chimie a varié et varie encore sur ce point important.

Le Comte C. Cette question m'intéresse vivement.

Mr. de P. Je vous livrerai les faits principaux et vous userez, monsieur le Comte, conjointement avec les autres membres de notre société, du droit de vous décider, si bon vous semble.

Le *gaz ammoniac*, cet alkali en forme gazeuse, est une substance dont les principes chimiques sont connus depuis plus de 30 ans. Le célèbre Pristley les a découverts en le soumettant à l'action d'un courant soutenu d'étincelles électriques. Cette action de l'électricité paroit n'avoir aucun effet sur ce gaz si ce n'est qu'il en

augmente le volume. Mais après que cette augmentation a cessé on trouve deux gaz différents, l'azote et l'hydrogène dans la proportion de $81\frac{1}{2}$ à $18\frac{1}{2}$ en poids ou de 1 : 3 en volume selon l'analyse de Berthollet. Le gaz ammoniac se décompose d'une manière bien simple en y ajoutant $\frac{3}{8}$ de gaz oxigène et en faisant passer une étincelle électrique au travers du mélange qui par là s'enflamme subitement et détonne avec violence. Après l'opération on trouve du gaz azote, de l'eau et un peu d'acide nitrique.

Mr. de R. Je conçois la formation de l'eau par l'hydrogène et l'oxigène. Mais d'où vient l'acide nitrique?

Mr. de P. De la combinaison d'une petite portion de l'oxigène avec l'azote qui a ordinairement lieu lorsqu'on allume du gaz hydrogène avec de l'oxigène en présence du gaz azote.

Mde. de L. Ainsi voilà un nouveau gaz inflammable, et ce gaz est un alkali! Cela me surprend.

Mr. de P. Ce gaz est tellement inflammable que lorsqu'on y ajoute le double en volume de gaz acide muriateux il s'enflamme spontanément, sans le secours de l'étincelle électrique.

La composition du gaz ammoniac est plus difficile que sa décomposition; cependant Austin y a réussi en humectant de l'étain avec de l'acide nitreux mêlé d'eau et en y ajoutant un peu de potasse; le gaz alkalin s'est dégagé, à la vérité en très petite quantité, mais cependant assez pour être reconnu à son odeur piquante. Dans cette opération l'acide nitreux et l'eau se décomposent par l'action du métal et fournissent l'azote et l'hydro-

gène, principes du gaz ammoniac qui se combinent à l'instant de leur dégagement pour former cet alkali que le surplus de l'acide et de l'eau du mélange absorbe à mesure qu'il se forme. La potasse ajoutée dégage le gaz de sa combinaison avec l'eau et l'acide.

Mde. de L. Avouez, monsieur de P., que ce procès est bien compliqué.

Mr. de P. Je suis prêt, madame, à vous faire tous les aveux imaginables ; mais pour celui-là, je ne le puis. Les Chimistes ont bien des procès beaucoup plus compliqués que celui-là et j'ose me faire un mérite à vos yeux de vous en épargner les détails, espérant que, lorsque nous aurons terminé la partie chimique de nos entretiens, vous serez à même de vous orienter dans ces labyrinthes. Mais je ne puis ni ne veux vous épargner une observation que m'offre le procès en question. L'hydrogène et l'azote en forme de gaz ne se combinent jamais, ni d'eux-mêmes, ni à l'aide de l'étincelle électrique ou de la chaleur rouge ; mais ici la combinaison se fait au moment où ces substances se dégagent, l'une de l'eau, l'autre de l'acide nitreux. La Chimie offre quantité de faits analogues qui prouvent de nouveau que les combinaisons ne se forment pas simplement en vertu de la proportion des substances, mais aussi en vertu de leurs formes.

Mais retournons aux alkalis. L'on a souvent tenté une décomposition semblable de la potasse et de la soude, mais en vain. Voici quelques uns des principaux faits qui se rapportent à ces travaux. Lorsqu'on verse dans de l'huile bouillante une solution de potasse ou de soude, il se forme du gaz ammoniac, qui ne peut avoir tiré son azote que de l'alkali qu'on a employé.

Lorsqu'on fait chauffer de la potasse avec du charbon ou du fer jusqu'à l'incandescence il se forme du gaz ammoniac et du soi-disant acide prussique. L'azote que contiennent ces deux gaz inflammables ne peut également provenir que de la potasse. Il est reconnu que le suc du raisin ne contient pas un atome de potasse; et cependant la fermentation de ce suc produit de la potasse. Or comme nous verrons par la suite que l'azote joue le premier rôle dans la fermentation qui produit le vin, on a dû en conclure qu'il fait une partie constituante de la potasse.

Ces faits, ajoutés à ce que nous savons sur la composition du gaz ammoniac, ont produit l'hypothèse que l'azote entre dans la composition de tous les alkalis et même des terres à proportion de leur analogie avec les alkalis, et qu'il est le principe alkalifiant, comme l'oxigène est le principe acidifiant, hypothèse qui devoit déja se déduire de la grande prépondérence de l'azote dans le gaz ammoniac; car qu'est-ce qui transforme la petite portion d'hydrogène en alkali si ce n'est la portion plus que quadruple d'azote? Cette hypothèse donne en outre un rôle actif à l'azote, qui sans cela se trouve par tout dans la nature comme un sot qui n'a presque rien à faire.

Mr. de L. Cette hypothèse me plait; car à présent voilà les trois gaz simples occupés, l'oxigène à composer les acides et les oxides, l'hydrogène à composer l'eau, et l'azote à composer les alkalis, toutes compositions binaires que nous devons regarder comme la base de toutes les autres.

Mr. de R. Général! vous voilà dans la Chimie et comme il faut. Je m'en étonne.

Mr. de L. Pourquoi cela? La Chimie crée et j'aime les créations.

Mr. de P. Voyons à présent si la médaille que je viens de vous frapper n'a pas un revers.

Mr. de L. Le revers des médailles ne vaut ordinairement rien; il ne sert qu'a remplir l'espace vide. Je m'en tiens a la face principale.

Mr. de P. N'importe, Général! Je dois, et par de bonnes raisons, vous offrir ce revers; prêtez moi votre attention.

Depuis longtems on avoit reconnu quelques analogies entre les alkalis et les oxides, et l'on soupçonnoit que les alkalis pourroient bien n'être que des oxides, quoique tous les efforts pour leur enlever l'oxigène présumé aient été infructueux. La pile de Volta, dont tout le monde a entendu parler, est devenue entre les mains de Davy un instrument de décomposition pour les alkalis. Cet illustre Anglois, voyant que la pile décompose si facilement plusieurs oxides, l'a essayée sur les alkalis et a réussi. Ses expériences, qui dâtent de 1807, ont fait époque dans la Chimie.

Lorsqu'on applique les deux pôles d'une pile voltaïque très forte sur un morceau de potasse foiblement humectée d'eau, on aperçoit bientôt à l'un des pôles, le négatif, une très petite goutte d'une substance qui a l'air d'être du mercure. Petit-à-petit la masse augmente, mais très lentement et ce n'est qu'après 24 heures et plus qu'on en obtient suffisamment pour l'examiner. Cette nouvelle substance a des propriétés bien remar-

quables. Elle a le brillant métallique, est molle plus que la cire, se pétrit facilement entre les doigts et est un peu plus légère que l'eau. Exposée à l'air elle se ternit sur le champ et prend la couleur d'un vieux morceau de plomb. Mise en contact avec un peu d'eau, elle surprend l'observateur par une inflammation subite provenante d'une décomposition de l'eau dont l'oxigène s'unit à cette substance et l'hydrogène s'enflamme au contact de l'air; ce qui prouve que dans ce procès il y a dégagement de chaleur rouge. L'eau qui est restée après cette opération contient de la potasse ordinaire. Cette grande affinité pour l'oxigène de l'eau fait qu'on ne peut conserver cette substance que sous de l'huile de naphte pure, bien purgée d'humidité. Elle se fond à 58 degrés C. et se volatilise à une haute température en forme de fumée verte. Mais cette opération doit se faire dans du gaz azote; car si l'on chauffe légèrement cette substance dans de l'air ordinaire, elle s'allume d'elle-même en se combinant avec le gaz oxigène. Son affinité pour ce gaz est la plus forte de toutes; aussi a-t-elle servi à désoxider plusieurs autres substances qui avoient résisté jusqu'alors. Davy déclara d'abord que cette nouvelle substance est un métal à qui il donna le nom de *potassium* et la potasse un oxide métallique. On disputa pendant quelque tems sur cette assertion de Davy, par ce qu'on croyoit devoir regarder la nouvelle substance comme une combinaison d'alkali et d'hydrogène et expliquer par là la décomposition subite de l'eau qu'elle opère, les alkalis ayant la propriété d'augmenter l'affinité des substances oxidables pour l'oxigène. Mais lorsqu'on se fut bien assuré que le potas-

sium, combiné avec l'oxigène pur, reproduit la potasse sans dégager d'hydrogène, on s'est rangé à l'opinion de Davy. On a même deux oxides de potassium ; le protoxide est composé de $83\frac{1}{4}$ de métal et de $16\frac{3}{4}$ d'oxigène ; c'est la potasse ordinaire. Le deutoxide contient $63\frac{1}{3}$ de métal sur $36\frac{2}{3}$ d'oxigène et se distingue déja de la potasse par sa couleur orange. Enfin le potassium se combine comme d'autres métaux avec le soufre, le phosphore, l'hydrogène et même le carbone et produit du sulfure, du phosphore, de l'hydrure et du carbure.

La soude soumise à la même décomposition fournit des résultats analogues et un nouveau métal le *sodium* qui a les mêmes affinités que le potassium, mais à un degré un peu moindre.

Un an après la découverte de ces nouveaux métaux Gay-Lussac et Thénard nous ont appris à décomposer ces deux alkalis par le fer et la chaleur rouge dans un canon de fusil, procédé plus expéditif que celui de la pile voltaïque et qui produit incomparablement plus de métal.

Les autres alkalis, la baryte, la strontiane et la chaux ne se décomposent que par la pile et encore à l'aide du mercure qui s'amalgame aux métaux qui en résultent et dont il faut le séparer. Ce qui est cause qu'à raison de la très petite quantité de *barium*, *strontium* et *calcium* qu'on peut se procurer, on connoit très peu les propriétés de ces métaux.

Enfin l'on a cru que l'on pouvoit réduire les terres par le même procédé, et l'on avoit déja annoncé et décrété le silicium, le magnésium, le zirconium, le glucinium, l'aluminium et l'ytrium comme de nouveaux

métaux, mais les premières expériences ne se sont pas constatées, et les suivantes faites par le Docteur anglois Clarke à l'aide du souflet de Neumann, que j'aurai l'honneur de vous faire connoître à la suite, sont également illusoires.

Ainsi voilà les alkalis transformés en oxides et le nombre des métaux auparavant connus augmenté de cinq. La plûpart des Chimistes y ajoutent les métaux hypothétiques des terres que personne n'a encore pu extraire, afin de completter le nouveau système qui consiste à tout transformer en oxides.

Mr. de L. Comment peut-on admettre l'existence de métaux qu'on n'a pas encore produits?

Le Comte C. J'avoue que je suis encore plus curieux de voir comment on y range l'alkali volatil, le gaz ammoniac.

Mr. de L. Vous verrez que ce sera un petit tour de bâton comme celui qui ordonne de croire au silicium, au magnésium etc.

Mr. de P. Vous vous trompez, Général. Ce nouveau tour de bâton (pour me servir de votre expression) est bien plus fort que le premier. Des Chimistes, à qui rien ne coute, nous assurent tout simplement que l'azote est un oxigène modifié et l'hydrogène un métal, quoique de nouveaux efforts pour trouver à l'azote les propriétés de l'oxigène ayent été infructueux. Davy, l'auteur du nouveau système, regarde l'azote et l'hydrogène comme deux oxides déja tout faits d'un seul et même métal qu'il nomme *ammonium*, dont l'un peut être le protoxide, l'autre le deutoxide, et l'ammoniac comme une combinaison de ces deux oxides. Le célè-

bre Berzelins a adopté cette idée et a même essayé de calculer les proportions d'ammonium et d'oxigène qui doivent former l'ammoniac.

Mr. de L. Avouez qu'il ne faut pas moins que l'autorité de deux grands noms comme Davy et Berzelius pour faire passer de pareilles idées. Que nous restera-t-il de certain si la science se permet des sauts pareils?

Mr. de P. Ainsi dans le nouveau système nous n'avons plus d'alkalis ni de terres, plus d'hydrogène et plus d'azote, mais de l'oxigène et des métaux. Convenez, mon Général, que ce système se recommande par sa grande simplicité.

Mr. de L. Je vous avouerai même que je trouve plus que sublime la portion de gaz oxigène qui a du exister dans notre atmosphère pour oxider tout la masse de rochers dont le globe terrestre est composé. Mais ce qui m'étonne, c'est que dans le système on ait oublié le carbone, qui, à ce que j'imagine, pourroit également subir une transformation.

Le Comte C. Je crois me souvenir qu'autre fois on a pensé qu'il pourroit n'être qu'une modification de l'hydrogène.

Mr. de L. Ainsi le carbone sera également un oxide, et le système est completté. De l'oxigène et des métaux: voilà l'Univers! La besogne ne me paroit ni longue ni difficile.

Mr. de V. Permettez moi de corriger votre expression et de dire: des oxigènes et des métaux.

Le Comte C. Dites nous, très révéré doyen de la Politique, de quel parti vous êtes, de celui de Davy ou de celui de notre Général?

Mr. de V. Veuillez commencer par vous déclarer vous-même. Je vous cède volontiers le pas.

Mde. de L. A quoi nous méneront toutes ces déclarations? Mon mari fait des sarcasmes, la politique dresse des embûches, monsieur de P. se tait et moi je ne comprends rien à la chose. Parlez, monsieur de P., pour nous mettre d'accord.

Mr. de P. La chose me paroit claire et vous le paroitra de même, madame, si vous voulez vous en tenir à ce qui est décidé par l'expérience, qui dit que cinq alkalis (ceux qu'on nomme alkalis fixes, par ce qu'ils ne se vaporisent pas du tout ou seulement à de très hautes températures) sont des oxides métalliques. Les terres restent à mon avis en possession de leur état primitif et leur simplicité ou composition problématique.

Mr. de L. Que faites-vous de l'ammoniac? Abandonnez-vous le système qui fait de l'azote le principe alkalifiant?

Mr. de P. Ce système vous tient à coeur. Hé bien! pour vous consoler du coup presque mortel que la grande découverte de Davy lui a porté, je veux vous avouer en confidence que c'est moi qui l'ai imaginé il y a environs 18 ans.

Mr. de G. Ce coup presque mortel est, il me semble, très mortel et le système alkalin ne s'en relèvera pas.

Mr. de P. Voyons; mettons, avec la permission de Madame de L., notre dialectique en activité. Voici votre raisonnement réduit à sa plus simple forme: Les alkalis sont des oxides métalliques. Or les métaux ne

sont pas de l'azote. Donc l'azote n'est pas le principe alkalifiant.

Mr. de G. D'accord.

Mr. de P. Vous avez donc à prouver la mineure de votre syllogisme ; et avant de vous permettre cette preuve je vous demanderai où vous rangez le gaz ammoniac? Car, ou votre majeure comprend tous les alkalis ou bien elle n'est pas vraie. Décidez vous.

Mr. de G. Comment me décider sur ce point? Les Chimistes le sont-ils?

Mr. de P. Ceux-mêmes qui admettent la décomposition des terres comme en quelque sorte faite et comptent déja leurs six bases au nombre des métaux décidément connus (et je vous nomme Thénard, sans contredit un des premiers Chimistes de nos jours) se refusent à l'hypothèse de Davy sur l'ammoniac. Les suppositions qu'elle exige, fondées sur de si foibles analogies, leur répugnent. Ainsi l'azote conserve sa propriété d'être le principe alkalifiant au moins pour l'ammoniac. Voyons à présent comment vous prouvez qu'il ne l'est pas pour les autres alkalis. — Par ce que chacun de ces alkalis est composé d'un métal et d'oxigène ; et si votre raisonnemeot doit être concluant il faut que vous affirmiez que ces métaux ne contiennent pas d'azote. Le pourrez-vous?

Mr. de G. C'est à vous à prouver qu'ils en contiennent pour étayer le système alkalin.

Mr. de P. Si je fournissois la preuve, alors le système ne seroit plus une hypothèse mais une vérité physique. Nous l'avons pour l'ammoniac, cette preuve ; elle manque encore pour les autres alkalis. Par contre

quelle preuve a-t-on que les cinq nouveaux métaux ne contiennent pas d'azote? Savons-nous s'ils sont des substances simples ou composées? Savons-nous seulement ce que c'est qu'un métal? Nous avons des métaux plus légers et des métaux vingt fois plus pesants que l'eau. Nous avons des métaux qui s'enflamment au contact du gaz oxigène à quelques degrés au dessus de la température ordinaire et d'autres que la chaleur rouge et même l'incandescence ne met pas en état de se combiner avec le gaz oxigène. Nous avons des métaux qui brulent avec violence au contact de l'eau et d'autres qu'aucune température connue ne met en état d'en décomposer un atome. Qu'est-ce donc qu'un métal, surtout dans le nouveau système?

Le Comte C. Pour moi je ne vois plus de métaux dans le nouveau système. Les métaux y sont tout ou rien.

Mr. de P. La seule définition qu'on puisse leur donner aujourd'hui est bien simple mais sans caractère: Ce sont des matières plus ou moins oxidables; ou bien: ils sont autre chose que l'oxigène, Or l'azote, si on lui permet encore d'exister, est une substance oxidable et pourquoi ne seroit-il pas un principe essentiel des cinq nouveaux métaux, d'autant plus que nous avons déja observé que, lorsqu'on extrait ces métaux à la manière de Gay-Lussac et Thénard par le fer et la chaleur rouge, il se forme de l'ammoniac et du soi-disant acide prussique? Seroit-il absurde d'admettre que ces métaux, d'ailleurs si semblables entre eux, sont des composés d'azote et d'hydrogène sous des proportions peu différentes l'une de l'autre, que les alkalis fixes sont des oxides de ces

substances oxidables et que l'ammoniac (substance inflammable) est un alkali non encore oxidé?

Le Comte C. Je trouve cet accommodement très acceptable, puis qu'il ne s'agit ici que de former une hypothèse qui ne contienne rien de contradictoire.

Mr. de P. En effet pourquoi disputer sur des mots? Nous ne saurons jamais ce que c'est qu'un métal que lorsque nous aurons décomposé les métaux.

Mde. de L. J'espère que ces autres messieurs adhèreront à l'accomodement pour terminer la dispute.

Mr. de P. Etes-vous, madame, si ennemie de la controverse?

Mde de L. J'avoue qu'elle sert souvent à éclaircir une matière mieux que le discours suivi. Mais l'air d'inimitié qu'elle a ne me plait pas. Je n'aime la dispute que quand elle est assaisonnée de gaieté.

Mr. de P. Eh bien! Mettons fin à cet entretien sérieux et que la gaieté préside au reste de notre soirée.

Cinquante neuvième entretien.

Mr. *de P.* Nous avons passé en revue toutes les substances que l'art n'a pu encore décomposer, et qui servent de base à cette foule de corps que nous savons être des combinaisons de deux ou de plusieurs autres. En même tems nous avons appris à connoitre la composition de plusieurs de ces corps et la manière de les décomposer. Ce travail, madame, vous a déjà donné une idée des opérations de la Chimie et je devrois à présent vous initier dans le secret de la nomenclature de cette science. Mais pour le faire complettement je dois auparavant vous faire faire la connoissance d'un genre de corps composés qui jouent un grand rôle dans la science et dans nomenclature. Ce sont les *sels*, que nous rencontrons par tout, dans les trois règnes de la nature, dans les arts, dans la Médecine et jusques dans nos cuisines.

Les sels, qui tiennent tous leur nom de notre sel ordinaire, le même que le sel marin, sont des combinaisons d'un acide avec un oxide ou un alkali ou avec une terre et l'on nomme ces trois dernières substances *bases salifiables.* Nous connoissons déja plus de mille

sels et leur nombre doit s'accroitre à mesure qu'on découvre de nouveaux acides, de nouveaux métaux et de nouveaux alkalis.

Mde. de L. J'espère, monsieur de P., que vous ne voudrez pas me faire faire la connoissance de chacun de ces messieurs.

Mr. de P. J'en serois bien en peine, madame; car moi-même je suis bien éloigné de les connitre tous. Mais vous me permettrez de vous les présenter en genres, comme les compagnies d'un régiment dont chacune aura une enseigne à elle. Cette enseigne est l'acide. Ainsi *nous rangeons sous le même genre tous les sels qui ont le même acide;* mais nous nous permettrons de diviser chaque genre en trois grouppes, qui sont les sels métalliques, les sels alkalins et les sels terreux, et nous comprenons sous sels métalliques tous ceux dont l'oxide a pour base un oxide de métal quelconque à l'exception des cinq nouveaux métaux de Davy.

Mais ces divisions, fondées sur les espèces de substances qui composent les sels, ne sont pas les seules que nous aions à considérer. Vous vous souvenez que dans nos premiers entretiens sur l'affinité chimique il a été observé que les substances peuvent se combiner sous de telles proportions que ces substances perdent leurs qualités distinctives et que leur combinaison en obtienne de nouvelles. Lorsque ces combinaisons sont des sels on les nomme *sels neutres.* Mais il en est plusieurs qui ne peuvent se combiner sous ces proportions. Pour les unes il faut un surplus d'acide et on les nommoit autre fois *sels acides*, aujourd'hui *sur-sels.* Pour les autres il faut un surcroit de la base salifiable et on les

nomme *sous-sels*. Les premiers rougissent la teinture de tournesol, les derniers brunissent celle de curcuma; les sels neutres ne font ni l'un ni l'autre.

Le Comte C. Je me suis toujours étonné qu'il y ait des sels avec excès d'acide et avec excès de base. Il me semble qu'on pourroit enlever cet excès par une base ou un acide.

Mr. de P. Cela tient à un point très délicat que la Chimie n'a pas encore pu éclaircir tout à fait. Je suis tenté de croire avec le célèbre Berzelius qu'un sel peut être neutre quoi qu'il change la couleur du tournesol ou du curcuma. Car qu'est-ce qu'un sel neutre? C'est celui où les deux substances qui le composent se saturent mutuellement. Or il n'y a pas de raison d'admettre qu'il soit impossible qu'une matière colorante se combine avec l'acide ou la base, sans pour cela décomposer le sel, à raison de la foible affinité des matières colorantes pour les acides et les alkalis.

Mr. de R. Mais nous avons considéré jusqu'à présent l'indifférence des combinaisons neutres pour les matières colorantes comme le caractère de la neutralisation.

Mr. de P. Et c'est en quoi nous avons eu tort, ce caractère étant accidentel; car la plupart des sous-sels dont la basè n'est pas un alkali ne brunissent pas le curcuma.

Mr. de R. Que faire donc?

Mr. de P. Bannir de la Chimie les noms de sur-sels et de sous-sels, et ne statuer que des sels neutres.

Le Comte C. Mais comment saurez-vous quand un sel est un sel neutre, un vrai sel, et quand il est af-

fecté d'un surplus d'acide ou de base qui alors n'est lié au sel que par l'affinité physique, comme vous nous l'avez dit autre fois?

Mr. de P. Nous nous en tiendrons au vrai esprit de la chose, à l'idée de saturation. Nous dirons que, nous avons un sel pur, lorsque les deux principes seront dans la moindre proportion possible; c. à. d. que, si l'on ajoutoit du même acide ou de la même base, on pourroit enlever le surplus d'acide par la même base ou le surplus de la base par le même acide, et cette nouvelle combinaison s'annoncera par la dissolution de la substance ajoutée.

Mde. de L. Je ne comprends pas encore cela.

Mr. de P. Prenons un exemple: Supposons que nous ayons un sel composé d'acide sulfurique et d'oxide de cuivre délayé dans l'eau. Il rougira constamment le tournesol. Pour savoir si la saturation a lieu mettons y une nouvelle portion du même oxide de cuivre, et après avoir bien remué le tout voyons s'il se dépose quelque chose. S'il ne se dépose rien, l'oxide s'est combiné avec l'acide et parconséquent il y avoit auparavant un surcroit d'acide. S'il s'est déposé quelque chose, filtrons la liqueur avec du papier, séchons ce qui est resté sur le filtre et pesons ce reste. S'il est égal à la quantité d'oxide que nous avons jetté dans le sel, alors le sel étoit saturé, et si le résidu est moindre, alors nous savons ce qu'il a fallu ajouter pour opérer la saturation. Pour un sous-sel nous ferons la même opération en employant l'acide du sel.

Mde. de L. Je crois à présent comprendre la chose. Mais pourquoi surchargez-vous ma pauvre mé-

moire des sur-sels et des sous-sels si l'on peut s'en passer?

Mr. de P. Je croirois mériter un reproche si je ne l'avois pas fait. Car lorsque vous ouvrirez, madame, un livre de Chimie, vous trouveriez ces mots là sans savoir leur valeur, sans en trouver d'abord le sens. Considérons à présent les propriétés des sels.

Tous les sels affectent l'état solide. Très peu d'entre eux ne nous paroissent liquides et un seul en forme de vapeur, que par ce que les premiers ont tant d'affinité pour l'eau que nous ne pouvons pas en dégager ce fluide par la chaleur sans décomposer le sel, et celui-ci par ce que nous ne l'avons peut-être pas exposé à un assez grand froid pour le condenser. Au moins il me paroit permis de conclure ainsi, ayant l'analogie de plus de mille sels solides sur cinq ou six qui ne le sont pas. La forme solide des sels est la forme cristalline, qui est infiniment variée d'un sel à un autre. Je n'ai besoin que de vous dire que les sels affectent les formes de cubes, de prismes, de pyramides, d'octaèdres, de dodecaèdres etc. les prismes et les pyramides avec plus ou moins de faces, sous des angles plus au moins grands, sous des proportions très variées de la longueur à la largeur, et avec des facettes particulières aux angles solides et aux arêtes. Bref imaginez une figure de corps symmétrique telle que vous voudrez, dont les faces soient des plans, il y a à parier que la nature l'a exécutée dans quelque sel.

Plusieurs sels (et c'est le plus grand nombre) sont blancs, c. à. d. sans couleur. Plusieurs autres sont colorés, mais ce n'est que lorsque la base est colorée. Ce-

pendant les sels à base de couleur ne sont pas tous colorés ; dans quelques sels la couleur de la base se détruit par l'action de l'acide. Nous n'avons que trois acides colorés, le nitreux, le muriatique et le chrômique. Les deux premiers ne colorent pas leurs sels, le dernier colore quelques uns des siens.

Tous les sels ont de la saveur et l'on trouve toutes les saveurs dans les sels, depuis la plus légère saveur sucrée jusqu'à la saveur la plus âcre. On dit, il est vrai, que les sels insolubles dans l'eau (et il y en a beaucoup) sont insipides. Mais c'est par ce qu'ils ne peuvent pas, de même que les autres substances chimiques, agir tant qu'ils ne sont pas fluides. Mais quand on les dissout dans leurs acides ils témoignent leur saveur en modifiant celle de l'acide.

Par contre il y a très peu de sels qui affectent l'odorat. Au reste vous en connoissez un, madame ; c'est le sous-carbonate d'ammoniac que vous respirez quelques-fois pour vos maux de tête.

Mde. de L. Pourrai-je me souvenir longtems que le sel volatil que l'apothicaire m'envoie est du sous-carbonate d'ammoniac?

Mr. de P. Très facilement, madame, lorsque vous serez initiée dans la nomenclature chimique.

Mde. de L. Hâtez vous donc de m'initier.

Mr. de P. Je suis charmé, madame, de cette noble impatience, à la quelle au reste je me garderai bien de déférer sur le champ, espérant qu'un petit délai ne pourra que l'augmenter. Veuillez a cet égard me permettre de vous dire encore quelque chose sur les sels

en général. Considérons d'abord l'influence de l'eau sur eux.

Il est des sels solubles dans une très petite portion d'eau, moindre que leur propre poids; d'autres en exigent une bien plus grande quantité, jusqu'à plusieurs centaines de fois leur poids; d'autres enfin sont insolubles dans l'eau. Il est difficile, pour ne pas dire impossible, de se rendre raison de ces différences d'une manière générale et satisfaisante. Ce que l'on peut dire là-dessus, c'est que tous les sels dont la base est très soluble, tels que ceux de potasse, de soude, et d'ammoniaque, sont solubles; que tous les sels avec excès d'acide sont solubles, quoique leurs bases ne le soient pas ou très peu; enfin que les sels avec excès de base peu ou point solubles sont tous insolubles.

Mr. de R. Il me semble entrevoir dans ces données une loi formelle sur la solubilité des sels, portant que cette solubilité se règle sur celle des bases.

Mr. de P. Cette loi paroit en effet exister, mais elle n'est pas générale; car nous avons plusieurs sels insolubles dont la base est soluble quoique moins que la potasse ou la soude ou l'ammoniaç. Et puis vous voyez qu'il ne faut pas regarder à la base seulement, mais aussi à l'acide; car un excès d'acide rend un sel soluble qui d'ailleurs ne le seroit pas.

On cristallise les sels qui sont dissouts dans l'eau par l'évaporation, soit à la température ordinaire soit en employant une température plus élevée. Mais certains sels, se décomposant facilement par la chaleur, il faut employer beaucoup de précaution pour les cristal-

liser. Quelques uns même ne sont par cette raison pas du tout cristallisables.

L'affinité des sels pour l'eau dans les sels solubles fait que ces sels attirent l'humidité de l'air plus ou moins fortement selon le degré de leur affinité pour l'eau. Ces sels dessèchent parconséquent l'air et si l'air contient assez d'humidité ils deviennent complettement liquides. On les nomme *sels déliquescens* et on ne peut leur conserver leur état cristallin qu'en les enfermant dans des vases dont l'intérieur est inaccessible à l'air. Par contre les sels insolubles sont inaltérables à l'air. Enfin il est des sels qui abandonnent à l'air une portion d'eau et tombent en poussière ; on les nomme *sels efflorescents.*

Mr. de L. Comment des sels tout formés et cristallisés peuvent-ils abandonner de l'eau à l'air? Il me semble que, s'ils sont bien secs, ils ne doivent pas contenir d'eau et par conséquent ne pas en perdre.

Mr. de P. Pardon, Général. Tous les sels, quelque bien séchés qu'ils soient, pourvu qu'ils ayent conservé leur état de cristal, contiennent de l'eau, les uns plus, les autres moins. On nomme cette portion d'eau *eau de cristallisation* par ce que les cristaux salins ne peuvent exister sans elle. Cette eau est combinée avec le sel, est devenue une matière solide comme dans les hydrates.

Mr. de R. Ainsi les sels cristallisés sont des hydrates.

Mr. de P. On a conservé ce nom pour les oxides combinés avec l'eau, et je crois avec raison ; car je pense que dans les hydrates l'eau n'est pas seulement solidifiée, mais aussi décomposée jusqu'à un certain

point, en sorte que la proportion ordinaire de ses principes y est altérée.

La propriété d'effleurescer, c. à. d. de perdre son eau de cristallisation et de se réduire en poudre est proprement un effet du calorique; car tous les sels perdent leur eau de cristallisation à une certaine température. Ceux qui la perdent à la température ordinaire sont ceux qu'on nomme efflorescents. D'autres exigent plus de chaleur pour effleurescer; d'autres enfin exigent la chaleur de l'eau bouillante ou quelques degrés de plus. Les premiers et les seconds effleurescent insensiblement, les derniers avec bruit, et la vapeur, se formant subitement, lance les particules du sel dans l'air, ce qu'on nomme *décrépiter*. Ainsi nous voyons par là que l'eau est en quelque sorte le lien qui réunit les molécules salines sous la forme de cristaux.

La chaleur a encore deux espèces d'action sur les sels. D'abord elle les rend plus solubles dans l'eau et nous ne devons excepter de cette règle que le sel marin et ceux qui se décomposent par la chaleur. Aussi emploie-t-on le calorique pour opérer promptement des saturations complettes. On verse de l'eau sur le sel qu'on veut dissoudre et on le chauffe jusqu'au degré de l'ébullition; il se résout par là beaucoup de sel. Puis on laisse réfroidir le mélange et pendant le réfroidissement la portion de sel que l'eau ne peut tenir en solution à la température ordinaire se précipite. On filtre la liqueur réfroidie, qui alors contient le maximum de sel qu'elle peut contenir à la température ordinaire. Le même procédé s'employe aussi pour les alkalis.

Lorsque les sels ont été décrépités et qu'on aug-

mente la chaleur, ils se fondent et se vitrifient, pourvû toutes fois qu'ils puissent supporter le degré de chaleur nécessaire sans se décomposer ou sans se sublimer.

L'action des substances oxidables, du soufre, du phosphore, de l'hydrogène sulfuré, de l'ammoniaque, des métaux, sur les sels, est très variée et dépend principalement de l'action de ces substances sur l'acide du sel, quelques fois sur la base. Je ne vous rappellerai à cet égard que les belles végétations métalliques de plomb que l'on opère en plaçant un bâton de zink dans une solution d'acétate de plomb, c. à. d. d'un sel composé d'acide acétique et de plomb. Le zink s'empare de l'acide et de l'oxigène de l'oxide de plomb qui se trouve par là réduit et se forme en feuilles de diverses figures et grandeurs qui produisent les belles végétations que vous connoissez déja, et il se forme de l'oxide de zink. Le mercure versé dans une solution de nitrate d'argent, sel composé d'acide nitrique et d'argent, dégage ce métal sous la forme d'aiguilles et de feuilles très déliées.

Mde. de L. Et cet oxide de zink n'est ce pas cette substance qui suinte au travers de la vessie avec la quelle vous avez recouvert la petite bouteille et qui, en perdant son eau par l'évaporation, forme ces petits arbres blancs que monsieur le Comte a si justement nommés le premier degré de végétation?

Mr. de P. Oui, madame, et je suis fâché de ne pas pouvoir vous entretenir plus longtems de ces petits arbres, devant concentrer toute votre attention sur les sels.

Les acides décomposent les sels en raison de leur

affinité pour les bases plus grande que celle de l'acide qui constitue le sel. A cet égard l'acide sulfurique est le plus puissant de tous, en ce qu'il décompose presque tous les sels des autres genres. C'est une des raisons qui lui a fait donner autrefois le nom de *glaive chimique*.

Enfin les sels agissent les uns sur les autres, et cette action est extrêmement variée, soit à raison des principes constituants de chaque sel, soit à raison de la solubilité ou insolubilité des sels. Supposons d'abord que nous ayons deux sels solubles dans l'eau et que nous mêlions leur solution, il est possible qu'il se fasse une décomposition mutuelle, l'acide de l'un ayant plus d'affinité pour la base de l'autre que pour la sienne, et réciproquement. Cette décomposition produira donc deux sels différents des précédents. Or ces deux nouveaux sels peuvent être tous deux insolubles dans l'eau et doivent par conséquent se précipiter. Cela a lieu par ex: si l'on mêle des solutions de fluate d'argent et de muriate de magnésie. L'acide fluorique du premier sel s'empare de la magnésie du second et produit du fluate de magnésie, et et en même tems l'acide muriatique du second sel (notre acide muriateux) se combine avec l'oxide d'argent du premier et forme du muriate d'argent. Ces deux nouveaux sels étant insolubles, ils se précipitent tous deux en forme cristalline. Mais il est possible que des deux nouveaux sels l'un soit insoluble, l'autre soluble dans l'eau; alors le premier seul se précipitera. Tel est le cas lorsqu'on mêle du sulfate de soude et du muriate de magnésie; on obtient du sulfate de magnésie et du muriate de soude. Le premier de

ces deux nouveaux sels étant insoluble, il se précipite sur le champ et l'autre reste dans la liqueur. Enfin il est possible que deux sels solubles produisent par leur décomposition mutuelle deux nouveaux sels aussi solubles dans l'eau. Alors on ne voit pas la décomposition; il semble que rien ne s'est passé, puisque rien ne se précipite. Mais nous découvrons facilement que cette opération a eu lieu en faisant évaporer l'eau de la liqueur par l'action du feu. Car deux sels ayant des solubilités inégales, il est clair qu'en enlevant de l'eau à la liqueur le sel le moins soluble doit se précipiter tandis que l'autre reste en dissolution. Mais il faut observer que la chaleur peut opérer de nouveaux changemens en ce que les mêmes degrés de chaleur augmentent les affinités des acides et des bases à différents degrés, de sorte que les sels primitifs se recomposent en partie.

Les mélanges de sels solubles avec des sels insolubles produisent des phénomènes tout aussi variés que les précédents, dont il est même plus difficile de se rendre raison et qu'à cet égard je passerai sous silence pour vous parler d'un autre phénomène.

Vous consevez aisément que deux sels insolubles jettés dans l'eau n'ont aucune action l'un sur l'autre, l'affinité n'étant active qu'autant que l'une les deux substances au moins, qui doivent se décomposer ou se réunir, est fluide. Mais nous avons des sels solubles qui, mêlés l'un à l'autre dans l'eau, loin de se décomposer, se réunissent et forment un nouveau sel par leur réunion. Ces espèces de sel se nomment *sels doubles*. Ce cas n'a lieu que lorsque les sels mêlés sont du même

genre, c. à. d. ont le même acide, et l'on n'obtient pas un sel double de chaque paire de sels du même genre. Mais ce qu'il y a de singulier dans cette espèce de combinaison c'est que le sel double est de règle moins soluble dans l'eau que chacun de ses constituants. Si par ex: on mêle des solutions saturées (délayés dans un minimum d'eau) de sulfate d'ammoniac et de sulfate d'alumine, il se précipite d'abord une partie du sel double qui s'est formé, la majeure partie restant en solution.

Toutes ces productions de nouveaux sels sont des effets de l'affinité chimique. Mais si l'on mêle des solutions de sels qui ne produisent pas de nouveaux sels alors les sels mêlés ne se combinent qu'en vertu de l'affinité physique, et l'évaporation reproduit ces deux sels primitifs.

Je vous ai ennuiée, madame, je devrois dire presque assommée, par cet exposé des propriétés des sels que vous avez surement trouvées très peu intéressantes. Mais je vous devois cet exposé, non seulement pour vous faire entrevoir la multiplicité des travaux des Chimistes sur cette classe si nombreuse et si importante de corps, mais surtout par ce que ces données nous serviront à la suite à fixer quelques unes des lois que la nature observe dans les combinaisons.

Mde. de L. J'imagine que ces lois seront bien difficiles à saisir.

Mr. de P. Non, madame. Je crois au contraire qu'il vous sera plus facile de comprendre ces lois que de retenir les faits assez décousus que j'ai eu l'honneur de vous présenter sur les sels.

Mde. de L. Que nous donnerez-vous à présent?

Mr. de P. La nomenclature de la Chimie.

Mde. de L. Je m'en réjouis, car j'espère qu'elle organisera ma tête de manière à me faire comprendre les noms dont vous vous êtes servis depuis que vous nous parlez Chimie.

Mr. de P. Il y a dans cette remarque, madame, une espèce de reproche pour votre professeur, en ce qu'elle suppose qu'il auroit dû d'abord vous fournir le dictionnaire et puis vous parler en suite. Ce reproche seroit fondé si la langue que vous allez apprendre étoit une langue ordinaire où les mots ne sont que des sons sans aucun rapport aux choses qu'ils représentent. Mais cette langue est une langue philosophique qui indique par les mots mêmes la nature des choses. Ainsi pour vous présenter cette nouvelle langue il falloit nécessairement vous orienter d'avance dans la connoissance de ces choses. La méthode contraire vous eut fourni dans le nouveau dictionnaire des mots aussi barbares que les anciens et qui n'eussent eu aucun sens pour vous et que parconséquent vous n'auriez pas retenus. C'est ce qui a eu lieu en effet pour les Chimistes eux-mêmes. Car la nomenclature d'aujourd'hui ne s'est pas formée des les premiers pas que l'on a faits dans la Chimie. On en doit la première ébauche au célèbre Guyton-Morveau. Lavoisier, Berthollet et Fourcroy la modifièrent et lui donnèrent à peu de chose près la forme qu'elle a aujourd'hui. Auparavant les substances composées avoient des noms insignifiants ou même baroques. Certain sel s'appelloit *sel de Glauber* du nom de son auteur, un au-

tre *secret double*; l'oxide de zink *un rien blanc* ou bien *laine philosophique* etc.

Mde. de L. La méthode est pleinement justifiée. Donnez nous à présent le dictionnaire.

Mr. de P. Volontiers, madame. Je m'empresse de satisfaire votre impatience.

D'abord nous devons observer que les substances simples et les substances non décomposés pourroient avoir des noms purement arbitraires. Mais on a choisi ces noms de manière à rappeller ou un de leurs effets principaux ou les corps composés dont on les a extraits et dont les noms sont en usage dans la vie commune. C'est ainsi que l'oxigène a son nom de sa faculté de produire des acides en se combinant avec d'autres substances, le carbone du charbon dont il fait la majeure partie, l'alumine de l'alun, sel dont il est la base etc.

Nous avons vu que la plûpart des corps non décomposés se combinent avec l'oxigène et on les nomme à cet égard *combustibles* par ce qu'après leur combinaison avec l'oxigène ils sont comme brulés. Nombre d'entre eux, comme l'hydrogène, le carbone, le phosphore, plusieurs métaux etc., le sont réellement, cette combinaison fournissant le phénomène que nous nommons le feu. Ces combinaisons de l'oxigène avec les substances combustibles que nous avons d'ailleurs nommés les *radicaux* sont de deux espèces, les *acides* et les *oxides* que vous connoissez déja. Tous les oxides sont des combinaisons binaires, plusieurs acides de même, mais plusieurs acides sont ternaires ou même composés de quatre substances. Ce sont les acides à base double et triple.

Mais nous avons encore des combinaisons binaires. Ce sont celles qui sont composées de substances non décomposées, deux à deux, l'oxigène excepté.

Les *sels* nous offrent des combinaisons ternaires, d'un acide et d'une base saline, dont chacun est une combinaison binaire, l'oxigène se trouvant dans l'acide et la base; et les *sels doubles* nous offrent quatre substances réunies dans une seule.

Enfin le règne végétal nous offre dans ses différentes substances des combinaisons de l'oxigène avec l'hydrogène et le carbone, et le règne animal des combinaisons de l'oxigène avec l'hydrogène, le carbone et l'azote, quelques fois avec le phosphore et le soufre. Ces combinaisons de la matière organique se rapportent au reste aux acides ou aux oxides et forment par là des oxides à base double ou triple; on bien l'on peut, comme j'ai eu l'honneur de vous le dire, considérer celles qui ne sont pas des acides comme des combinaisons neutres de l'acide carbonique avec un oxide d'hydrogène ou d'azote.

C'est cette incertitude qui leur a conservé les noms qu'elles ont dans la vie commune. Ainsi l'on dit en Chimie le sucre, le suif, l'huile, la gomme, le tannin etc. et non des prot- oxides, deut- oxides etc. de carbone, d'hydrogène, d'azote etc.

Mde. de L. Ainsi les Chimistes tolèrent encore quelques noms ordinaires.

Mr. de P. Ils le doivent, madame, par les raisons que je viens d'alléguer, et j'espère que vous n'en êtes pas fâchée.

Mde. de L. Surement pas, et s'ils pouvoient com-

poser toute leur nomenclature de pareils mots, je leur en serois bien reconnoissante.

Mr. de P. Ils feront ce qu'ils pourront, et pour nous en assurer entrons d'abord dans le champ des combinaisons.

L'oxigène se combine avec le même radical souvent sous plusieurs proportions. Si la combinaison forme un acide, nous savons qu'il n'existe que deux proportions que l'on exprime par la terminaison qu'on ajoute à la base, qui est *eux* pour la combinaison où il entre le moins d'oxigène et *ique* pour celle où il en entre le plus. Ainsi nous disons dans le premier cas *l'acide phosphoreux*, *l'acide sulfureux* etc. pour exprimer un acide de phosphore, de soufre etc. qui a le moins d'oxigène, et nous disons *acide phosphorique*, *acide sulfurique* etc. pour désigner l'acide de phosphore, de soufre etc. qui a le plus d'oxigène. Au reste j'observe qu'on ne se sert pas des mots azoteux et azotique pour les deux acides d'azote, mais des mots *nitreux* et *nitrique*, je ne sais pourquoi; car le nitre n'est pas l'azote, la substance simple qui, combinée avec l'oxigène, produit l'acide, mais un sel composé d'acide nitrique et de potasse. Les acides qui ne se forment que sous une seule proportion d'oxigène ont la terminaison *ique*. Ainsi l'on dit: *l'acide carbonique*, *l'acide borique* etc.

On a varié, comme j'ai eu l'honneur de vous le faire voir, dans la dénomination de l'acide non encore décomposé connu sous le nom d'acide muriatique qui, combiné avec la soude, forme le sel marin. Originairement on nommoit cet acide, tel qu'il s'extrait du sel marin, acide muriatique, et celui qui contient un sur-

plus d'oxigène acide muriatique oxigéné. Berthollet découvrit en suite un acide muriatique suroxigéné. Ces dénominations n'étoient point du tout philosophiques. Il falloit dire alors acide muriateux, acide muriatique et acide muriatique oxigéné. Davy, ayant découvert que le premier de ces acides n'est autre chose que le second affecté d'hydrogène, on a cependant conservé pour le second le nom d'acide muriatique et pour le troisième celui d'acide muriatique oxigéné; ce qui est une inconséquence dans le système. C'est pourquoi nous avons préféré dire: *Acide muriateux* et *acide muriatique* pour le second et le troisième et *acide muriateux hydrogéné* pour le premier.

Les oxides prennent également le nom de leur base et nous présentent plusieurs proportions d'oxigène dans la combinaison avec le même radical. Ceux qui contiennent le moins d'oxigène se nomment *protoxides*, ceux qui en contiennent davantage *deutoxides*, ceux qui en contiennent encore davantage *tritoxides*, ceux qui en contiennent le plus *peroxides*. Ainsi l'on dit protoxide d'azote, deutoxide d'azote, protoxide de fer deutoxide de fer, tritoxide de fer. Les oxides qui ne sont susceptibles que d'une proportion d'oxigène se nomment simplement oxides. Ainsi l'on dit oxide de tellure, oxide d'argent etc.

Les composés binaires des corps combustibles prennent une place importante dans la nomenclature. Si ces substances sont des métaux on donne à leur combinaison le nom connu *d'alliage*. Ainsi l'on dit alliage d'argent et de cuivre, alliage d'étain et de plomb etc. Lorsque l'un des métaux alliés est le mercure, alors l'al-

liage prend le nom *d'amalgame*. Amalgame de plomb est un alliage de plomb et de mercure.

Si les substances combustibles dont on fait des composés binaires ne sont pas des métaux, alors on prend l'une des deux au substantif et l'autre à l'adjectif avec la terminaison en *é*. Ainsi pour exprimer une combinaison de gaz hydrogène et de phosphore on dit *gaz hydrogène phosphoré*. On dit de même *gaz hydrogène sulfuré*, *gaz hydrogène carboné*. On devroit de même dire: gaz azote hydrogéné pour le gaz ammoniac. Mais cette dénomination n'est pas en usage. On a senti, longtems avant qu'on ait songé à vouloir faire du gaz ammoniac un oxide, que cette combinaison est d'un genre différent des autres. Celle-ci est certainement un produit de l'affinité chimique, tandis que les autres, de même que les alliages, sont vraisemblablement des effets de l'affinité physique.*)

Mr. de T. Cette distinction des deux affinités fait voir son importance presque par tout.

Mr. de P. Lorsqu'une substance combustible non métallique se combine avec un métal on donne à la substance non métallique la moitié de son nom avec la terminaison *ure* et on ajoute le nom du métal au génitif. Ainsi l'on dit: *carbure de fer* (l'acier), *hydrure*

*) On dit quelques fois *soufre hydrogéné* pour distinguer une combinaison de soufre et d'hydrogène différente de l'hydrogène sulfuré; elle est liquide et contient plus de soufre. Nommer cette substance hydrure de soufre, comme le font quelques auteurs, ne me paroit pas juste. Pourquoi ne pas la nommer hydrogène persulfuré et l'autre hydrogène proto-sulfuré, puis qu'on a déja admis l'hydrogène proto-phosphoré et perphosphoré?

de potassium, sulfure de mercure, phosphure d'or, azoture de sodium, pour exprimer des combinaisons de carbone avec le fer, d'hydrogène avec le potassium, de soufre avec le mercure, de phosphore avec l'or, d'azote avec le sodium. Plusieurs de ces combinaisons sont susceptibles de deux proportions qu'on exprime en ajoutant les *proto*, les *deuto* ou les *per* des oxides. On a des proto-carbures et des per-carbures, des proto-sulfures, des deuto-sulfures et des per-sulfures etc.

Veuillez au reste, madame, ne pas confondre les hydrures avec les *hydrates*. Les hydrures sont des combinaisons d'hydrogène, les hydrates sont des combinaisons d'eau dans les quelles ce liquide est devenu solide et nous distinguons même *l'eau de cristallisation* de celle qui entre dans la composition des hydrates par la raison que j'ai alléguée plus haut.

A présent il ne nous reste plus que les sels à dénominer, et cette dénomination doit également indiquer leur composition. Prenons pour exemple un des sels dont nous avons déja parlé, le *sulfate de potasse*. Ce mot indique que ce sel est composé d'acide sulphu*rique* et de potasse. Si nous avions voulu désigner le sel composé d'acide sulfu*reux* et de potasse, nous eussions dit: *sulfite de potasse*. Ainsi la terminaison *en ate* se rapporte à l'acide terminé en *ique* et la terminaison en *ite* se rapporte à l'acide terminé en *eux*, et vous vous souvenez, madame, que les acides en *ique* sont ceux qui ont le plus d'oxigène et les acides en *eux* ceux qui en ont le moins. Nous avons donc des *nitrates* et des *nitrites*, des *phosphates* et des *phosphites*, des *sulfates* et des *sulfites* etc.; mais nous n'avons que des *carbonates*,

des *acétates*, des *fluates* etc., par ce que nous ne connoissons qu'une proportion d'oxigène pour l'acide carbonique, acétique, fluorique etc. Dans la nomenclature reçue nous n'avons également que des *muriates* par ce qu'on a admis l'acide muriatique oxigéné; ce qui fait que pour les sels composés de cet acide on dit par ex: *muriate oxigéné de soude*. Mais comme je nomme acide muriateux l'acide muriatique, et acide muriatique l'acide muriatique oxigéné, je dois statuer des *muriites*, et je ne vois pas ce qui pourroit s'y opposer.

Mde. de L. (*riant.*) Moi je m'y opposerai.

Mr. de P. Soit, madame. Et si j'amais je fais imprimer quelque chose sur les muriites j'aurai soin de vous en avertir pour que vous fassiez part de vos objections au public.

Mais en attendant nous devons désigner encore les sels dont les bases salines contiennent plus ou moins d'oxigène. Cela se fait en mettant en avant les proto, les deuto etc. Ainsi nous avons par ex: un *proto-sulfate* et un deuto-*sulfate de plomb* et beaucoup d'autres.

Enfin on indique encore si le sel est neutre ou un sur-sel ou un sous-sel. S'il est neutre on n'ajoute rien à son nom. S'il est alkalin on ajoute le mot *sous*; ainsi l'on dit: *sous-carbonate de potasse*, *sous-phosphate d'ammoniaque*. On pourroit avoir de même des *sur-carbonates* etc.; mais je ne me rappelle pas que l'on se soit servi de cette dénomination.

Voilà, madame, le dictionnaire chimique complet. Les petites choses que je pourrois y ajouter s'entendent d'elles-mêmes et si vous trouvez dans quelque ouvrage de Chimie par-ci par-là une espèce de combinaison que

j'ai omise, vous comprendrez le mot facilement à l'aide de ceux que vous venez d'apprendre.

Mde. de L. J'avoue que cette nomenclature me plait beaucoup; car je vois clairement qu'il ne faut connoitre que les noms des substances non désomposées pour pouvoir nommer toutes les substances composées, quelque nombreuses qu'elles soient, et que je sais même trouver la signification d'un mot que je n'ai jamais lu ou entendu, signification qui a l'avantage de m'indiquer de quoi la substance est composée et de quelle espèce de composition elle est. L'idée et l'exécution d'une pareille nomenclature est admirable. Que nous donnerez-vous à présent, monsieur de P.?

Mr. de G. Il paroit qu'il vous sera difficile de trouver un sujet qui intéresse Mde. de L. autant que celui que vous venez de traiter.

Mr. de P. Je n'en désespère pas. Mais ce ne sera pas pour aujourd'hui. Je dois me rappeller que l'on se fatigue même des choses qui plaisent le plus.

Soixantième entretien.

Mr. *de P.* Vous avez, madame, fait la connoissance de toutes les substances simples et de toutes les substances non décomposées que nous connoissons....

Mde. de L. Et de plus nous avons appris à trouver les noms de toutes les substances composées par l'organe de la nomenclature chimique. Il me semble que je sais faire des acides, des oxides, des sulfures, des phosphures, des hydrates, des sels, simples et doubles etc.

Mr. de P. Vous le savez en effet, à la connoissance près des opérations quelques fois compliquées qui sont nécessaires à cet effet, et qui exigeroint trop de détails pour nos entretiens, surtout si nous voulions y ajouter les procédés pour les décompositions et ceux qu'on emploie pour reconnoitre la nature ou trouver le nom d'une substance donnée, champ immense connu sous le nom *d'analyse chimique* et qui constitue *l'art* du Chimiste. Tenons nous en à la partie proprement scientifique, aux lois de la Chimie, qui nous fourniront les règles principales de l'analyse.

Le Comte C. Je conçois que l'analyse chimique soit une mer à boire, et qu'il faille une mémoire éton-

nante pour retenir les propriétés de plus de mille matières connues et une bien grande précision dans les opérations pour déterminer jusqu'à un centième, ou même un millième, les proportions des substances simples dont la combinaison produit telle ou telle matière.

Mde. de L. Je crois que nous sommes tous bien disposés à vous dispenser, monsieur de P., de nous instruire de ces immenses détails.

Mr. de P. Permettez moi, madame, de ne pas profiter à la lettre de cette dispensation et de vous offrir à la suite le tableau de quelques procès chimiques que je regarde comme les plus importants de tous et qu'à cet égard je ne voudrois pas que vous ignorassiez. Mais auparavant je dois vous faire connoitre les principes généraux de la Chimie qui font proprement le corps de la science, qui sont pour l'explication des phénomènes chimiques ce que l'analyse et la nomenclature est pour la connoissance chimique des corps.

Mr. de G. Ainsi nous allons rentrer dans le domaine de l'affinité.

Mr. de L. N'en déplaise à ma femme qui s'est prise d'une belle passion pour la nomenclature, je n'en serai pas fâché, préférant les choses aux mots, quelque systématiquement qu'ils soient rangés.

Mr. de P. Ne vous fâchez pas, madame, de cette sortie du Général. Nous aurons si souvent besoin de la nomenclature, nous pour parler, lui pour nous comprendre, que son Excellence finira par la trouver excellente. Mais entrons en matière et commençons par considérer l'affinité physique rélativement à ses effets mécaniques. Je crois qu'il est infiniment utile d'aper-

cevoir ces rélations qui forment en quelque sorte un pont entre deux parties de notre science qui d'ailleurs se trouveroient chacune dans une espèce d'isolement. Commençons par une expérience très intéressante par elle-même.

Nous prenons un verre cylindrique; nous l'emplissons du meilleur esprit de vin et nous fermons ce verre au moyen d'un morceau de vessie mouillée et bien fiscellée, de sorte qu'il ne reste point d'air dans le verre et que rien ne puisse y entrer ou en sortir. Puis nous plongeons ce verre dans un plus grand vase plein d'eau distillée et nous avons la patience d'attendre quelques heures. Nous préparons une seconde expérience du même genre, avec cette différence que le petit verre contient de l'eau distillée et le grand de l'esprit de vin. Voyez dans la figure que j'ai l'honneur de vous dessiner (fig. 4.) ce double appareil. A est le petit verre qui contient l'alkohol, C le grand qui contient de l'eau distillée, B le petit verre qui contient de l'eau distillée et D le grand qui contient de l'alkohol. Peu à peu on voit la vessie du verre A se gonfler et la vessie du verre B s'enfoncer; ces deux effets augmentent jusqu'à un certain maximum où les deux vessies sont tendues le plus fortement; puis il diminue petit-à-petit.

Que pensez-vous, messieurs, de ces deux phénomènes opposés?

Mr. de T. Qu'il entre de l'eau dans le verre A et qu'il en sort du verre B; que le surplus de fluide qui entre dans le premier tend la vessie en dehors et la perte de fluide du second doit tendre sa vessie au de-

dans par le poids de l'atmosphère. Voilà tout ce que la Mécanique me dit là-dessus.

Mr. de P. A quoi j'ajoute que si, lors du maximum de l'effet, on fait un trou dans la vessie du verre A avec une épingle, il se forme un jet-d'eau momentané de 8 à 10 pieds de hauteur. Mais que dit la Chimie à cela, monsieur le Comte?

Le Comte C. Ma Chimie est muette; elle sait, il est vrai, que l'alkohol et l'eau ont de l'affinité l'un pour l'autre; mais elle ne peut pas expliquer pourquoi l'eau marche vers l'alkohol et non l'alkohol vers l'eau; ce qu'il faut pourtant admettre pour expliquer ces deux phénomènes.

Mr. de P. Voyons si l'attraction de surface ne nous tirera pas d'affaire. Mettez un morceau de vessie sèche dans de l'eau; elle se mouillera et au bout de quelque tems elle sera pénétrée d'eau et sans aucune roideur. Mettez un pareil morceau de vessie dans de l'alkohol, il ne s'amollira pas; l'alkohol ne le pénètre pas. Bien plus mettez le morceau de vessie imbibé d'eau dans de l'alkohol, il perdra son eau, sa molesse et sa transparence. Ainsi la vessie a beaucoup d'attraction de surface pour l'eau, mais point pour l'alkohol. Voyons à présent ce qui doit se passer dans nos deux petits vases, dont les vessies étoient imbibés d'eau. Celle du verre A se trouve par sa surface intérieure en contact avec l'alkohol et par sa surface extérieure avec l'eau. L'alkohol doit donc dessécher la vessie, c'est à dire lui enlever son eau en vertu de son affinité pour l'eau et la vessie doit se charger d'une nouvelle portion d'eau en vertu de son attraction de surface pour ce

fluide; puis l'alkohol doit la lui enlever de nouveau. Ainsi il doit se trouver au bout de quelques heures une portion d'eau mêlée à l'esprit de vin dans le vase A; et la tension de la vessie, de même que le petit jet-d'eau est l'effet mécanique de l'affinité de l'alkohol pour l'eau. La même opération chimique a lieu dans le verre B. L'eau doit en sortir, attirée par l'alkohol qui est à l'extérieur et laisser par conséquent un vide dans ce verre B, que la pression de l'atmosphère fait disparoitre ou plutôt rend sensible en enfonçant la vessie d'autant.

Mde. de L. J'admire cette mécanique de la nature.

Mr. de P. J'espère à la suite vous la faire admirer bien d'avantage en vous dévoilant des résultats infiniment importants que nous lui devons. En attendant permettez moi de vous en faire connoitre une ingénieuse application qu'un des nos premiers Anatomistes, Sömmering, en a faite pour améliorer le vin.

Mr. de L. Oh! Oh! Ceci devient sérieux pour un ami du bon vin. Hâtez vous de nous donner la méthode de monsieur Sömmering qui acquèrera surement par cette grande invention plus de célébrité que par ses plus belles découvertes en Anatomie.

Mr. de P. Il prend un très grand bocal de verre, l'emplit presque entièrement de vin ordinaire, en ferme la large ouverture par une vessie mouillée et met l'appareil près ou sur un poêle médiocrement chaud ou bien aux rayons du soleil pour donner à la liqueur une température un peu plus élevée que l'ordinaire. L'air dessèche la vessie et la liqueur qui s'évapore dans l'intérieur répare cette perte. Mais comme la vessie ne

s'humecte que d'eau et non d'esprit de vin, tout l'alkohol reste dans le vase et la liqueur ne perd que de l'eau, et le vin devient plus fort et plus suave.

Mr. de L. Cela me rappelle la méthode d'améliorer le vin par la gelée que vous nous avez enseignée il y a quelques semaines. Ainsi l'évaporation et la condensation, le froid et le chaud, tout s'empresse d'améliorer la divine liqueur. Avouez que la nature a bien certainement voulu que nous bussions de bon vin!

Mr. de P. Qui pourroit en douter? mais permettez moi d'en revenir à l'affinité. La force mécanique qu'elle a déployée dans les expériences sur l'eau et l'esprit de vin (à en juger par le petit jet-d'eau) est égale à environ $\frac{1}{3}$ du poids de l'atmosphère, et quelque considérable qu'elle nous paroisse, elle est bien petite en comparaison de celle qu'elle déploye dans l'absorption des gaz par les liqueurs. J'ai déja eu l'honneur de vous dire que l'air atmosphérique absorbé par l'eau y est réduit à un volume 500 fois moindre que celui qu'il avoit auparavant et que par conséquent l'élasticité de ce gaz absorbé est égale à 500 fois le poids de l'atmosphère. Ainsi l'affinité de l'eau pour l'air exerce cette force prodigieuse.

Mr. de T. Permettez moi une réflexion qui me vient à l'instant. Si l'affinité est capable d'une pareille force et si la force mécanique est le produit de la masse par la vîtesse, il faut que les molécules d'air soient attirées par l'eau avec une bien grande vîtesse, et voilà une confirmation de la vîtesse énorme qui a lieu dans la marche chimique des substances.

Mr. de P. C'est au moins quelque chose; car la

vîtesse due à une élasticité égale à 500 fois le poids de l'atmosphère ou à une colonne d'eau de 16000 pieds de hauteur est d'environ 1000 pieds par seconde. Et comme ce n'est pas de l'eau mais de l'air qui exécute cette marche, il faut multiplier cette vîtesse par 800, l'eau étant 800 fois plus dense que l'air. Ainsi la vîtesse avec la quelle l'air se combine avec la surface de l'eau doit être évaluée à 800000 pieds par seconde, vîtesse qui est 500 fois plus grande que celle du boulet de canon.

Le jeune de L. En supposant que la lumière ne fut que mille fois moins dense que l'air et que son affinité pour l'air ou pour l'éther fut égale à celle de l'air pour l'eau, sa vîtesse seroit de 800 millions de pieds, ce qui est presque sa vraie vîtesse. Or comme vous nous avez prouvé que la lumière doit être au moins onze billions de fois moins dense que l'air, il s'en suit que nous n'avons besoin que d'une bien petite affinité pour rendre raison de la grande vîtesse de la lumière.

Mr. de P. J'ajoute à cela que l'affinité de l'air pour l'eau est une des moindres que nous connoissions. Celle de l'acide sulfurique par ex: est bien plus considérable et celle du calorique encore plus; car la chaleur de l'eau bouillante chasse de l'eau tout gaz absorbé, même lorsque ce gaz est acide tel que l'acide carbonique, l'acide muriateux etc. Ainsi nous voyons que les affinités physiques, considérées du côté des forces mécaniques qu'elle exercent, diffèrent très fort entre elles.

Les effets de la poudre à canon et de toutes les poudres fulminantes s'expliquent par le même principe, avec cette différence qu'ici l'affinité chimique remplace l'affinité physique. Car une poudre fulminante quel-

conque est un corps dont une partie se change subitement en gaz et parconséquent un composé d'une substance et d'un gaz solidifié, c. à. d. réduit à un volume extrêmement petit. Et cette compression du gaz est l'effet de l'affinité qui, lorsqu'il est détruit par une autre affinité ou une autre cause quelconque, produit la violence des détonnations.

Mde de L. J'avois toujours une grande opinion des effets de la poudre. Mais voilà que vous me les rappétissez en les rammenant aux effets de l'affinité qui prépare sans bruit tous cet éclats effrayants.

Mr. de P. Je ne suis pas fâché, madame, que vous trouviez de vous-même que la Nature opère ses plus grandes merveilles sans faire beaucoup de bruit, tandis qu'il ne nous arrive que trop souvent, à nous pauvres mortels, de faire beaucoup de bruit pour peu de chose.

Le Comte C. Pour moi j'admire cette belle combinaison de la Mécanique avec la Chimie que la Nature nous offre dans ces phénomènes et qui, si les Physiciens la cultivent, doit mener à de grands résultats.

Mr. de P. Vous la retrouverez dans la coïncidence des effets de l'affinité avec ceux de l'attraction de surface. Nous en avons déja eu un très bel exemple dans les expériences sur la combinaison de l'alkohol avec l'eau par l'intermédiaire de la vessie. Mais l'influence de l'attraction de surface sur les phénomènes de l'affinité est générale et se trouve tantôt en conjonction tantôt en opposition avec elle.

Mr. de L. Ce sont deux femmes. Elles s'aiment et se haïssent par caprice.

Mr. de P. Cette fois-ci, Général, votre sarcasme est très hazardé. Berthollet a prouvé avec beaucoup de sagacité, surtout dans la combinaison des substances salines, que l'affinité et l'attraction de surface (qu'il nomme cohésion) ont toujours de fort bonnes raisons soit pour s'unir soit pour se contrarier. L'attraction de surface favorise les opérations chimiques toutes fois que l'affinité veut composer des solides au moyen de liquides ou de gaz. Elle s'oppose à leur effet lorsque l'affinité veut changer des solides en liquides et par conséquent détruire l'attraction qui réunit les molécules des solides. Enfin elle favorise souvent l'affinité, même dans les solutions, en faisant pénétrer le corps solide par le fluide qui doit le dissoudre. Ainsi chaque fois que nous voudrons comparer différents effets de l'affinité nous ne devrons pas oublier l'influence de l'attraction de surface qui a toujours lieu, de manière ou d'autre. Passons à présent.....

Le Comte C. Permettez moi, monsieur de P., puisqu'il me semble que vous avez terminé votre sujet, de vous faire, à ma honte peut-être, une petite confidence. Je me suis procuré le petit appareil que vous nous avez décrit autrefois pour poser deux liqueurs l'une sur l'autre et observer les effets de leurs combinaisons. Entre autres j'ai placé de l'eau distillée sur de la teinture de tournesol et j'ai observé que pendant plusieurs heures la limite entre les deux liqueurs restoit parfaitement distincte; mais après vingt quatre heures j'ai trouvé cette limite diffuse, la couleur bleue étoit un peu montée dans l'eau non colorée, et en nuances toujours plus foibles, à partir du point de la limite. J'a-

voue que je ne comprends pas cela et que je crains avoir fait quelque maladresse.

Mr. de P. Pas du tout, monsieur le Comtre. Votre expérience est très bonne et le résultat très vrai et même général. Je vous ai dit, à la vérité, que ces substances colorées ne voyagent pas comme le font les acides, les alkalis, les sels etc.; et je crois avoir ajouté que nous reviendrions sur le même sujet. Voici le moment de tenir ma parole, votre expérience me la rappellant. Le fait que vous avez observé, qu'au bout d'un certain tems on s'aperçoit que les matières colorantes voyagent un peu, est très vrai. Quelques vins rouges et une solution de bois de Fernambouc voyagent le plus promptement de toutes les substances colorantes que j'ai éprouvées. Cela vient de ce que les matières colorantes solubles dans l'eau y sont liées avec une autre substance, telle qu'un sel, un acide, de l'esprit de vin etc., substances très susceptibles de se joindre à l'eau par l'affinité physique et qui entrainent la matière colorante, mais seulement lorsque ces substances ont déja passé en partie dans l'eau et que les matières colorantes n'en contiennent plus qu'une petite portion. L'eau veut encore partager cette portion de sel, d'acide etc., c. à. d. l'enlever à la couleur; mais celle-ci ne s'en désaisit pas et suit plutôt son alliée.

Mde. de L. Avouez que cette fidélité de la part de la substance colorante pour l'eau, son ingrate alliée, est bien touchante!

Mr. de P. Vous allez, madame, me faire pleurer. Mais non: je saurai retenir mes larmes, et comme je

vois que vous prenez la chose du côté de la sensibilité, permettez moi de vous l'étaler dans tout son jour.

Prenons une solution d'un sel métallique coloré, par ex: du muriate de fer, délayé dans de l'eau, ou du nitrate de cuivre. Le muriate fournira une superbe couleur jaune d'or et le nitrate un beau verd-bleuâtre; placez ces solutions chacune sous une portion d'eau distillée et veuillez vous souvenir que ces sels sont de ceux qu'on nomme sur-sels, où l'acide semble prédominer, par ce que la solution rougit la teinture de tournesol. Si au bout de deux heures vous trempez un papier bleu dans le haut de la liqueur qui n'a encore aucune couleur, le papier se rougira, et ce n'est qu'au bout de 24 heures que la couleur du sel métallique aura dépassé d'environ 3 lignes la limite, comme monsieur le Comte l'a décrit dans son expérience avec la teinture de tournesol.

Le Comte C. Ainsi l'acide superflu a passé dans l'eau et laissé derrière soi le sel métallique.

Mr. de P. Je l'ai cru également un instant et pensé avoir trouvé un moyen de neutraliser les sur-sels en leur enlevant par l'eau leur acide superflu. Mais je me trompois. Après avoir soutiré, au moyen du larron et avec la plus grande précaution, une petite portion de la liqueur non encore teinte dans ses couches supérieures, je l'ai traitée avec un réagent convenable (un mélange du soi-disant acide prussique et de potasse) et j'ai d'abord reconnu que chacune de mes liqueurs, auparavant parfaitement limpide et sans couleur, contenoit l'une du muriate de fer, l'autre du nitrate de cuivre; car la première a fourni un précipité d'oxide de fer (le

bleu de Prusse) et la seconde un précipité d'oxide de cuivre de couleur de fleur de pêche.

Mde. de L. Ces expériences me plaisent.

Mr. de P. Elles m'ont fait également grand plaisier, puis qu'elles m'ont appris que l'eau enlève une portion du sel métallique sans enlever la couleur en même tems, et que parconséquent la couleur n'est pas essentielle aux sels et aux oxides métalliques, mais proprement accidentelle. L'excellent Chimiste Proust avoit déja jugé de même en suite d'autres expériences très différentes et déclaré les couleurs métalliques être des hydrates, c. à. d. des combinaisons d'eau modifiée dans ses principes par l'action des oxides métalliques.

Mr. de V. Sans vouloir faire précisément une objection contre vos expériences, monsieur de P., permettez moi de vous demander s'il ne seroit pas possible que votre liqueur, qui paroissoit n'être pas du tout colorée, l'ait été un peu sans que l'oeil ait pu distinguer la couleur, surtout le reste de la liqueur étant fortement coloré. Un rouge très pâle par ex: paroit tout blanc à côté du vermillon.

Mr. de P. Je ne me suis pas hazardé à fonder un théorème si important sur les expériences seules que je viens de citer, l'erreur dont vous parlez étant possible, quoique au reste difficile; car j'avois comparé ma liqueur non colorée avec de l'eau pure. J'ai fait une autre expérience avec de plus grandes masses et avec la balance hydrostatique pour lever tous les doutes. Permettez moi, madame, de décrire cette expérience qui, je crois, a droit à votre attention.

J'ai fait faire un appareil pour placer deux liqueurs

l'une sur l'autre de $5\frac{3}{4}$ pouces de diamètre et de 7 pouces de hauteur et j'y ai placé $2\frac{1}{2}$ pouces de solution de nitrate de cuivre sous un égal volume d'eau distillée. Avant de charger l'instrument j'ai pris très exactement la pesanteur spécifique de l'eau et de la solution. Puis, après avoir chargé l'instrument j'ai plongé un corps de verre, suspendu au bras de la balance hydrostatique, dans l'eau distillée à la plus grande distance possible de la liqueur colorée. Un poids mis dans l'autre bassin de la balance lui faisoit équillibre. J'ai laissé l'appareil en cet état pendant 60 heures, pendant les quelles je m'aperçus que le corps de verre devenoit petit-à-petit plus léger et parconséquent la liqueur non colorée plus pesante. Je mis de tems en tems de très petits poids du côté du corps de verre pour rétablir l'équillibre. Au bout des 60 heures la couleur s'étoit élevée d'environ $\frac{3}{4}$ de pouce mais n'atteignoit pas encore le corps de verre, et la liqueur non colorée dans la région de ce corps avoit gagné $\frac{1}{56}$ en pesanteur spécifique. Ainsi j'étois sûr qu'une partie du nitrate de cuivre avoit passé dans l'eau distillée, mais sans couleur. Pour m'en assurer bien positivement j'enlevai une partie de cette liqueur parfaitement limpide que je partageai en deux portions, dont l'une me servit à y découvrir le nitrate qui se manifesta plus fortement que dans l'expérience en petit. L'autre portion me servit à comparer la couleur. Je pris à cet effet de l'eau distillée et y versai du nitrate de cuivre avec toute sa couleur, jusqu'à ce que la liqueur ait aussi augmenté de $\frac{1}{56}$ en pesanteur spécifique, jugeant que si le nitrate coloré avoit passé dans l'eau pendant les 60 heures en si petite quantité que l'oeil ne

put distinguer cette légère nuance, il ne pourroit également pas distinguer cette nuance dans le mélange que je faisois. Mais c'est ce qui n'eut pas lieu; ce mélange offrit une couleur verd-bleuâtre très prononcée.

Ainsi il est bien prouvé que les couleurs des oxides de métaux ne sont qu'accidentelles, et l'opinion de Proust que ces couleurs sont des hydrates ne me paroit plus sujette à aucun doute.

Mr. de R. Ne pourroit-on pas appliquer le même principe aux autres matières colorantes, aux couleurs végétales et animales? L'idée de considérer toutes les matières colorantes comme des hydrates, comme de l'eau modifiée dans la proportion de ses principes, est grande, même sublime par sa simplicité!

Mr. de P. Au moins ce ne sera pas moi qui vous en empêchera, d'autant plus que l'eau joue tant de rôles étonnants dans l'organisation végétale et animale.

Après cette digression intéressante que monsieur le Comte nous a fait faire, revenons aux lois générales de l'affinité. Vous savez, madame, que les affinités de diverses substances l'une pour l'autre varient considérablement, et un des problèmes les plus importants de la théorie chimique est de fixer en nombre les rapports de ces forces chimiques, problème extrèmement difficile à résoudre. Autrefois on prenoit une combinaison de deux substances connues, on la décomposoit par une autre substance et l'on jugeoit de la force des affinités par ces décompositions. On disoit: si un corps composé de A et B se décompose par la substance C de sorte que C se combine avec A et force B d'abandonner A, alors l'affinité de C pour A est plus forte que celle de

B pour A. Cela est clair et de nombreuses expériences, que nous devons surtout à Bergmann, Chimiste illustre qui vivoit au commencent du dixhuitième siècle, nous fournissent des résultats précieux à cet égard. Mais outre que Bergmann n'avoit point eu égard à la température et à l'attraction de surface, ses résultats ne nous offroient point de rapports numériques pour les affinités.

Richter, Chimiste allemand d'un mérite beaucoup au dessus de sa réputation, qui a posé les premiers fondemens d'une théorie mathématique des combinaisons chimiques, Richter a proposé de considérer comme rapport des affinités le rapport numérique de la quantité des substances qui a lieu dans les combinaisons neutres.

Mr. de T. Ainsi s'il faut 3 parties d'un alkali pour neutraliser 2 parties d'un acide, on doit dire que l'affinité de l'alkali pour l'acide est 3 et celle de l'acide pour l'alkali est 2.

Mr. de P. Pardon, monsieur de T.; je n'ai pas eu le tems de m'expliquer. L'affinité d'un acide pour une base et celle de la même base pour le même acide sont les mêmes; ce n'est qu'une seule affinité. Lorsque nous parlons de proportions numériques des affinités nous entendons par là les proportions d'affinité de deux ou plusieurs bases pour le même acide ou de deux ou plusieurs acides pour la même base. Prenons un exemple pour éclaircir la chose. Il faut, d'après les expériences de Richter, 859 parties de soude ou 525 parties d'alumine ou 793 parties de chaux pour neutraliser la même quantité (1000 parties) d'acide sulfurique; et nous

disons: les affinités de la soude, de l'alumine, de la chaux, pour l'acide sulfurique sont entre elles dans les proportions des nombres 859, 525, 793. On trouvera de même la proportion des affinités de plusieurs acides pour une base, des substances oxidables pour l'oxigène etc.

Mr. de T. Cette idée est simple et doit fournir des résultats stables.

Mr. de P. Aussi a-t-elle été admise par Berthollet et en suite par tous les Chimistes. Mais je m'étonne que votre Mécanique en soit satisfaite. Car si nous considérons les affinités comme des forces, le principe de Richter et de Berthollet ne suffit plus, comme Berthollet lui-même l'a fort bien observé. La vîtesse avec la quelle les combinaisons se font doit entrer dans l'idée de la force chimique. Et la Nature l'y fait entrer dans quantité de phénomènes, surtout ceux où il s'agit d'oxidation. Plaçons par ex: de la limaille de fer et de la limaille de cuivre sous une cloche pleine de gaz oxigène humide. Il se formera du protoxide et du deutoxide de fer en abondance dans le même tems qu'il ne se formera qu'une quantité presque insensible de deutoxide de cuivre. On remarque de pareilles différences dans les oxidations par les acides.

Mr. de T. Ainsi il paroit que l'idée de l'affinité considérée comme force mécanique est encore bien peu déterminée.

Mr. de P. Assurément, surtout si l'on fait attention que les produits de cette force varient prodigieusement en raison des températures. Mais ce qui vous étonnera peut-être, c'est que la quantité des ingrédients

qui entrent dans une combinaison, influe beaucoup sur les effets de l'affinité. C'est ce que Berthollet a prouvé avec une grande sagacité, et ce que je vais le plus brièvement possible tâcher de vous rendre sensible à la manière de cet illustre Savant qui a traité la Chimie en Physicien plus que tout autre avant ou après lui.

Supposons les substances A et B combinées au degré de saturation et que nous y ajoutions la substance D qui a de l'affinité pour l'une et l'autre, mais pour A plus que pour B. C ne se combinera pas exclusivement avec A pour précipiter B, comme on se l'imaginoit autrefois; mais il se partagera entre A et B, et ce partage ne se fera pas uniquement en proportion des affinités qu'il a pour A et B. La quantité rélative des substances A et B influera sur la proportion de partage. L'affinité de la chaux par ex: pour l'acide carbonique est double de celle de la potasse pour le même acide. Aussi se sert-on de la chaux pour enlever au carbonate de potasse son acide carbonique et le rendre caustique pour nos lescives. Mais si l'on fait bouillir dans l'eau des portions égales de carbonate de chaux et de potasse pure, la potasse enlève à la chaux une partie de son acide et il se forme une petite quantité de carbonate de potasse.

Les alkalis précipitent tous les oxides des sels métalliques, mais ce n'est que lorsqu'ils sont employés en surabondance. Si on les employe en petite quantité ils ne produisent que des sous-sels sans précipiter l'oxide.

C'est sur de pareilles données que Berthollet pose en thèse que les effets des affinités sont en raison des produits des affinités absolues et des quantités des sub-

stances qui entrent dans le procès. Ce produit d'une affinité exprimée en nombre par la quantité de la substance active dans le procès, Berthollet lui a donné le nom de *masse chimique.*

Mr. de T. Ainsi, dans l'exemple général que vous avez admis que la substance C doit se partager entre A et B; si l'affinité de A pour C est exprimée par le nombre 5 et celle de B pour C par le nombre 7, la substance C ne se partagera pas entre A et B dans la proportion de 5 à 7; mais il faudra encore multiplier ces nombres par la proportion des quantités de matière que contiennent A et B. Si donc cette proportion est par ex: de 6 à 12, alors la substance C se partagera entre A et B dans la proportion de 30 à 84 ou de 5 à 14. Cela ressemble parfaitement au moment des forces mécaniques.

Mr. de P. Aussi c'est de ce principe que Berthollet est parti pour construire sa masse chimique, qu'il auroit pu tout aussi bien nommer: *moment des forces chimiques.*

Mr. de L. Voilà une nouvelle analogie entre la Chimie et la Mécanique. C'est un trait de lumière!

Mr. de P. Qui me plait également. Mais je dois vous avertir que les résultats des expériences s'accordent très rarement avec le calcul et cela par bien des raisons. Car pour obtenir cet accord il faudroit faire entrer dans le calcul, la plus ou moins grande cohérence des substances, leur plus ou moins grande densité, leur plus ou moins grande solubilité, la vitesse des combinaisons et les effets de la chaleur qui se dégage pendant le procès même, toutes causes qui agissent puissamment mais dont nous ne pouvons pas assigner la valeur

avec quelque exactitude. Ce qui fait que cette belle théorie de Berthollet n'est pas d'un grand usage dans les analyses chimiques. Elle ne peut nous servir qu'à expliquer des phénomènes qui sans elle seroient inexplicables. Nous en aurons à la suite plusieurs exemples. Pour le présent nous voulons nous contenter d'un seul pour passer en suite à d'autres lois qui sont d'un usage très pratique.

Je crois avoir déja parlé des détonnations que produit l'inflammation du gaz hydrogène mêlé avec du gaz oxigène et observé que cette inflammation se fait avec une rapidité inexprimable lorsque les deux gaz se trouvent mêlés dans la proportion de 2 à 1 en volume ou $11\frac{3}{4}$ à $88\frac{1}{4}$ en poids, qui est celle de la composition de l'eau. Le célèbre Humboldt a déja depuis longtems démontré que lorsqu'on change la proportion de volume au point que le volume d'un des deux gaz ne soit que $\frac{1}{16}$ de l'autre, l'inflammation n'a plus lieu; et Grothuſs, Chimiste très estimé russe, a prouvé que lorsqu'on emploie diverses proportions qui s'éloignent de celle de 2 à 1 et s'approche de plus en plus de celle de 1 à 16, l'inflammation a encore lieu, mais avec une lenteur toujours croissante qui permet d'observer le tems qui lui faut pour se propager sur la longueur d'un tuyau de 2 ou 3 pieds. Ces phénomènes ne s'expliquent que par le principe de la masse chimique. Car dans les cas où il y a très peu d'oxigène dans une grande quantité d'hydrogène ou très peu d'hydrogène dans une grande quantité d'oxigène, la masse chimique est trop petite pour produire l'inflammation, c. à. d. la combinaison des deux gaz; et lorsque les proportions commencent à ren-

dre la combinaison possible, l'effet est si petit que les parties voisines ne peuvent s'enflammer que lentement.

Mr. de R. Cet exemple est frappant et l'explication cadre parfaitement.

Mr. de P. Ammenons d'autres objets sur la scène.

Gay-Lussac en considérant les combinaisons des gaz a fait l'importante découverte que les gaz se combinent par volume et sous les proportions très simples de 1 à 1, de 1 à 2 ou de 1 à 3. Vous connoissez déja une de ces combinaisons, celle qui produit l'eau et pour laquelle il faut un volume de gaz oxigène sur deux de gaz hydrogène. Le gaz ammoniac nous en fournit un autre exemple; il est composé d'un volume de gaz azote et de trois volumes de gaz hydrogène. Le protoxide d'azote est composé de deux volumes d'azote et d'un volume d'oxigène; le deutoxide d'azote l'est de volumes égaux d'azote et d'oxigène, et l'acide nitrique est composé d'un volume de gaz azote et de deux volumes de gaz oxigène etc. Les sels qui résultent de combinaisons de gaz sont de même soumis à cette loi, par ex: les carbonates, les fluates et les borates d'ammoniac.

Mr. de R. Cette loi est bien surprenante.

Mr. de P. Elle ne l'est que par ce que nous oublions souvent que la Nature a toujours le compas à la main. Gay-Lussac a trouvé en outre que, lorsque les produits de ces combinaisons sont des gaz, le volume du produit est dans une proportion tout aussi simple au volume des deux gaz qu'on combine. Le deutoxide d'azote, par exemple, composé de volumes égaux des gaz oxigène et azote, a un volume égal à la moitié de ces deux volumes; le protoxide d'azote a un volume égal

au tiers de la somme des volumes de ses principes etc. Gay-Lussac a prouvé la vérité de sa théorie en comparant les pesanteurs spécifiques de ces produits gazeux avec celles que le calcul fournit au moyen des pesanteurs spécifiques des substances simples. Les résultats se sont trouvés égaux.

Mr. de R. Je ne me lasse pas d'admirer la simplicité de cette loi. Si la Nature ne nous en offroit que de pareilles son étude seroit bien facile.

Mr. de L. La Nature n'a sûrement que des lois très simples ; mais nous ne les connoissons pas encore. Leur découverte est le but et le mérite de la Science.

Mr. de P. Cette découverte de Gay-Lussac nous le prouve bien évidemment; car si on considère les combinaisons des gaz non par rapport à leur volume, mais par rapport à leur poids, les proportions des combinaisons nous jettent dans des fractions sans fin.

Mr. de L. Les Chimistes doivent bien regretter que toutes les substances ne puissent pas être réduites en gaz pour pouvoir appliquer à toutes les combinaisons la soi si simple de Gay-Lussac.

Mr. de P. Ils ne désespèrent pas d'y parvenir un jour et les combinaisons du carbone (que nous n'avons pas encore pu transformer en gaz) avec le gaz oxigène et le gaz hydrogène nous permettent déja de considérer le carbone comme dans l'état de gaz et de calculer le degré de dilatation qu'il auroit, en appliquant la loi de Gay-Lussac à ses combinaisons. Mais en attendant le célèbre Chimiste suédois Berzélius a découvert dans les combinaisons des substances qui ne sont pas à l'état

de gaz une loi qui n'est pas moins simple et importante que celle de Gay-Lussac pour les gaz.

Mr. de R. Dépêchez vous, je vous prie, de nous la donner.

Mr. de T. J'avoue que je partage l'impatience de monsieur de R.

Mr. de G. Nous la partageons tous.

Mr. de P. A l'exception de madame de L., dont le silence m'avertit que je ferai mieux de remettre cette matière à demain.

Le Comte C. Monsieur de P. veut nous donner le tems de digérer ce qu'il nous a dit aujourd'hui, et il n'a surement pas tort.

Soixante unième entretien.

Mr. *de R.* Je meurs d'impatience d'apprendre à connoitre la loi de Berzelius qui nous instruira des proportions simples qui président aux combinaisons des substances liquides et qui nous dispensera de savoir par coeur tant de nombres et de fractions qui expriment par ex: combien il faut de tel acide et de tel oxide pour composer un certain sel.

Mr. de P. Vous ai-je donc promis cela?

Mr. de R. (*tout étonné.*) Comment? n'est-ce pas ce que nous attendons tous depuis vingt quatre heures?

Mr. de P. Non, surement pas. Je vous ai promis une loi simple et importante qui concerne les combinaisons des substances qui ne sont pas à l'état de gaz. Ce que vous imaginez n'existe pas; car l'expérience a prouvé que les combinaisons binaires ou ternaires des substances non à l'état de gaz et dont on ne peut mesurer la quantité qu'au poids, se font sous les proportions connues que nous ne pouvons aucunement exprimer en nombres simples.

Mde. de L. Et qu'est-ce donc que nous apprendrons?

Mr. de P. Je crois, madame, avoir déja eu l'honneur de vous dire que lorsque deux substances se combinent en vertu de l'affinité chimique, ce n'est que dans une seule proportion de poids, et que si l'une des deux se trouve prépondérante, le surplus ne fait que s'allier au reste par l'affinité physique. Si par ex: il faut 30 parties d'un certain oxide pour neutraliser 21 parties d'un certain acide, et que l'on ajoute 10 parties d'acide, ces 10 parties d'acide s'allieront au sel formé par les 30 parties d'oxide et les 21 parties d'oxide. Cette proportion de 30 à 21 est invariable pour ce sel et il n'existe aucun autre vrai sel composé du même acide et du même oxide.

Il n'en est pas de même des oxidations; le même métal par ex: peut s'unir à l'oxigène sous diverses proportions; d'où nous sont venus les protoxides, deutoxides etc. Et c'est sur ces combinaisons que roule la loi de Berzelius qui est: *Lorsqu'une substance oxidable se combine avec l'oxigène sous plusieurs proportions, les oxides qui en résultent pour chaque substance oxidable contiennent l'oxigène sous les proportions simples de 1 à 2, 1 à 3, 1 à 4.* Prenons pour exemple les oxides de manganèse. L'analyse fournit pour ces oxides les proportions suivantes;

	Manganèse.	*Oxigène.*
Protoxide . . .	100 p. en poids . .	$14\frac{53}{1000}$ p. en poids.
Deutoxide . .	100 —— . .	$28\frac{107}{1000}$ ——
Tritoxide . . .	100 —— . .	$42\frac{160}{1000}$ ——
Peroxide . . .	100 —— . .	$56\frac{215}{1000}$ ——

Vous voyez au premier coup-d'oeil que, si l'on abandonne les fractions, les nombres 14, 28, 42, 56 ont la même proportion que la suite des nombres 1, 2, 3, 4;

et que si l'on tient compte des fractions ce sera à très peu près la même chose.

Toutes les oxidations sont, à très peu d'exceptions près, soumises à cette loi, et ce qu'il y a de remarquable, c'est que ces exceptions consistent en ce que dans la suite des nombres il se glisse un demi, en sorte que l'on obtient par ex: la suite 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3. Les oxides de plomb nous offrent ce cas.

	Plomb.	*Oxigène.*
Protoxide	100	$7\frac{70}{100}$
Deutoxide	100	$11\frac{11}{100}$
Tritoxide	100	$15\frac{60}{100}$

Les trois portions d'oxigène sont à très peu de chose près dans la proportion 1 à $1\frac{1}{2}$ à 2. Berzelius observe que ce que nous nommons le protoxide de plomb ne l'est peut-être pas, et que le vrai protoxide n'est pas encore connu. Si nous le connoissions il auroit la fraction $\frac{1}{2}$ pour représentant de son oxigène, et si nous supposons la suite $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2 et que nous en multiplions tous les termes par 2 pour n'avoir que des nombres entiers, on trouve la suite fondamentale 1, 2, 3, 4.

Le Comte C. Cette défaite de Berzelius est très ingénieusement imaginée.

Mr. de P. Je la trouve très fondée. Car le nombre des oxides qui suivent la règle, ou plutôt qui l'ont fournie, est si grand que je ne puis croire que les exceptions ne s'y soumettent aussi, d'autant plus que nous savons que l'on découvre de tems en tems de nouveaux oxides.

Mde. de L. J'avoue que cette loi me plait singulièrement.

Mr. de P. Permettez moi donc, madame, de vous communiquer ce que le célèbre Dalton y a ajouté. Ses idées ont toujours quelque chose de hardi.

Mde. de L. Ce sera mon fait; j'aime les pas de géant.

Mr. de P. Dalton dit: La matière étant composée d'atomes nous devons supposer que, lorsque deux substances hétérogènes se combinent sous une seule proportion, la combinaison est telle qu'un atome de l'une se réunit à un atome de l'autre; que lorsque ces deux substances se combinent sous deux proportions, il se combine deux atomes de l'une avec un atome de l'autre, et ainsi de suite. Cette conclusion cadre parfaitement avec la suite 1. 2, 3, 4 pour les proportions d'oxigène dans les différents degrés d'oxidation de la même substance oxidable. Ainsi pour former de l'eau il se combine un atome d'hydrogène avec un atome d'oxigène.

Pour former les oxides de manganèse il faut

	Manganèse.	*Oxigène.*
pour le protoxide	1 atome . .	1 atome
— - deutoxide . . .	1 — . .	2 —
— - tritoxide	1 — . .	3 —
— - peroxide	1 — . .	4 —

En adoptant ce principe, on trouvera, dit Dalton, la pesanteur spécifique des atomes des substances simples ou non décomposées. Prenons l'eau pour exemple. La quantité d'hydrogène en poids est à celle de l'oxigène comme 1 à $7\frac{1}{2}$; ainsi, si l'eau est composée d'un atome d'hydrogène et d'un atome d'oxigène, le dernier des deux sera $7\frac{1}{2}$ fois aussi pesant que le pre-

mier. Autre exemple: Le deutoxide de fer est composé d'un atome de fer et de deux atomes d'oxigène, et dans cet oxide il y a 100 parties de fer en poids sur 28 d'oxigène. Ainsi un atome de fer est représenté par 100 parties en poids et deux atomes d'oxigène par 28 et par conséquent un atome d'oxigène par 14. Donc la pesanteur spécifique d'un atome de fer est à celle d'un atome d'oxigène comme 100 à 14 ou 50 à 7 ou comme $7\frac{1}{7}$ à 1.

Vous voyez par là, madame, comment il est possible dans ces principes de constuire une table des presanseurs spécifiques des atomes des substances non décomposées. Il ne s'agit que de choisir une substance pour unité. Dalton et Davy ont choisi l'hydrogène, Berzelius et Wollaston l'oxigène, et vous avez, madame, à vous décider pour l'un ou l'autre.

Mde. de L. Je doute fort que je me décidasse jamais, supposé que j'en eusse le droit; toute cette théorie me paroit bien subtile.

Mr. de P. Mais on assigne à cette théorie une très grande utilité, celle de trouver par le calcul dans un oxide quelconque la proportion de l'oxigène à la base, si seulement on sait si c'est un protoxide ou un deutoxide etc. Prenons le deutoxide de fer pour exemple. Nous savons que, si nous prenons l'oxigène pour unité, la pesanteur spécifique de son atome est 1 et celle de l'atome de fer est $7\frac{1}{7}$. Or comme dans le deutoxide il y a deux atomes d'oxigène et un de métal, il s'en suit que le deutoxide de fer est composé de 2 parties d'oxigène et de $7\frac{1}{7}$ de fer. Si donc, pour avoir 100 parties de fer, nous multiplions ces deux nombres

par 14, la proportion sera 28 parties d'oxigène en poids sur 100 parties de fer.

Ainsi la loi de Berzelius nous apprend à trouver la composition des oxides à base non composée, lorsque nous connoissons celle d'un seul oxide pour chaque base et la théorie de Dalton nous enseigne à trouver la composition de tous ces oxides lors même que nous ne connoissons la composition d'aucun oxide.

Le Comte C. Fort bien mais pour faire usage de cette théorie de Dalton il faut connoitre la pesanteur spécifique des atomes de l'oxigène et de tous les radicaux, et nous ne pouvons nous former la table de ces pesanteurs spécifiques que par l'analyse d'un oxide de chaque subtsance oxidable. Que gagne-t-on à celà?

Mde. de L. Une idée ingénieuse et hardie, à ce qu'il me semble, et pas d'avantage. La loi de Berzelius nous mêne tout aussi loin. N'êtes-vous pas de mon avis, monsieur de P.?

Mr. de P. Entre nous je veux vous l'avouer; mais je vous supplie, madame, de ne pas me trahir; car ces calculs sont aujourd'hui à la mode et l'on me déclareroit hérétique et digne de l'auto-da-fé si l'on savoit que je les crois inutiles.

Permettez moi à présent de vous offrir un autre résultat des grands travaux de Berzelius qui a beaucoup d'analogie avec sa loi des oxides. Il s'agit des sels et voici le moment de diminuer les regrets de monsieur de R. concernant ces espèces de combinaisons.

Tous les sels d'un même genre, c. à. d. qui ont le même acide, sont composés de telle manière que la quantité d'oxigène de l'acide est un multiple de la quan-

tité de l'oxigène de l'oxide, et les nombres qui expriment ces proportions sont les nombres simples 1, 2, 3, 4 jusq'à 8 et même plus loin. Quelques exemples vous rendront la chose claire.

Le sulfate de soude contient { ac. sulfuriq. 100, oxigène 60 ; soude . . . $78\frac{465}{1000}$, oxigène 20

Ainsi le rapport de l'oxigène dans l'acide et dans l'oxide est 60 à 20 ou 3 à 1.

Le sous-carbonate de plomb contient { ac. carb. 100 oxigène $72\frac{624}{1000}$; protoxide de plomb $506\frac{60}{1000}$ oxigène $36\frac{180}{1000}$

Ainsi le rapport de l'oxigène dans l'acide et dans l'oxide est 72 à 36 ou 2 à 1. Les fractions ne correspondent pas parfaitement, ce qui ne peut provenir que d'une petite erreur dans l'analyse de ce sel.

Le carbonate neutre de soude { ac. carb. 100, oxigène $72\frac{624}{1000}$; soude . $71\frac{163}{1000}$, oxigène $18\frac{50}{1000}$

Ainsi le rapport de l'oxigène dans l'acide et l'oxide est de 72 à 18 ou 4 à 1, aux fractions près.

Vous voyez par ce peu d'exemples que les sur-sels et les sous-sels se rangent sous la loi comme les sels neutres, avec cette seule différence que les proportions d'oxigène pour quelques sur-sels dépassent la proportion de 1 à 8 et que dans quelques sous-sels c'est l'oxigène de l'oxide qui prédomine ; mais il est alors un multiple de celui de l'acide en nombres simples.

Mde. de L. Permettez moi, monsieur de P., de

vous demander s'il est nécessaire d'apprendre ces choses-là, qui me paroissent difficiles à saisir.

Mr. de P. Au moins est-il très utile de les savoir, à raison des conséquences importantes qu'on en tire. La première est que, comme nous n'avons qu'une proportion d'oxigène pour chaque acide, la proportion de l'acide dans un sel doit suivre la proportion de l'oxigène de l'acide. Or comme celui-ci est dans une proportion simple avec l'oxigène de l'oxide, il s'en suit que la proportion de l'oxigène de l'oxide d'un sel fixe la quantité d'acide qui compose ce sel.

De même si l'on connoit la quantité de tel oxide et de tel acide qui forment un certain sel, on pourra trouver la quantité d'oxigène qui entre dans la composition de l'oxide, si cet oxide n'est pas encore analysé. C'est ainsi qu'on a déterminé la quantité d'oxigène qui doit entrer dans la composition des oxides hypothétiques que nous nommons terres.

Enfin si l'on connoit la composition d'une espèce de sel et celle des oxides des autres sels qui appartiennent au même genre, on peut trouver par le calcul la composition de tous les sels de ce genre. Ce qui, comme vous voyez, réduit les analyses des sels à un petit nombre d'expériences, comparé à celui qu'on a du ou qu'on devroit faire pour fixer la composition de tous les sels possibles.

Mais le plus grand avantage de cette théorie seroit à mon avis, de fixer au moyen d'un certain nombre d'expériences fondamentales faites avec la plus grande exactitude les compositions de certaines substances qui

serviroient de base pour calculer toutes les autres compositions. Ces calculs fourniroient les résultats les plus surs et une table qui contiendroit les compositions de tous les corps connus, si cette théorie étoit applicable à la composition des oxides tirés du règne végétal et animal. Le Chimiste allemand très estimé Doebereiner a fait l'essai de cette application; mais je doute qu'il réussisse.

Mde. de L. La conclusion que je tire de cette théorie est que j'ai eu infiniment de peine à la comprendre; il en coute de s'orienter dans ces éternelles proportions.

Mr. de P. Assurément; aussi ne voulois-je dans l'exposé de ces objets importants que vous fournir quelques idées essentielles au tableau de la Chimie d'aujourd'hui. A vous permis, madame, et à nous tous, de placer cette partie dans le lointain du tableau; ses détails ne peuvent convenir qu'au Chimiste. Passons maintenant de ces éternelles proportions (vous voyez, madame, que je me sers volontiers de vos expressions) à des objets qui vous fatigueront moins.

Tout ce que nous avons dit aujourd'hui, toutes les lois dont nous avons parlé, y compris la masse chimique de Berthollet dont il fut question hier, ressort du domaine de l'affinité chimique. L'affinité physique par contre ne connoit point toutes ces lois; sa forme de gouvernement est beaucoup plus libre et sur tout libérale. Elle ne prescrit pas quelques degrés de combinaison seulement, elle en permet une infinité. Deux substances liquides, pour peu qu'elles aient d'affinité physique entre elles, peuvent se mêler sous toutes les

proportions imaginables. C'est le cas des acides liquides et de l'eau, des solutions de sels, d'alkalis, d'oxides végétaux et de l'eau, des solutions de sels et des acides liquides etc. L'affinité physique ne met de bornes aux mélanges que lorsque l'une des deux substances doit changer de forme. Ainsi l'on ne peut dissoudre qu'une certaine quantité d'un sel, d'un alkali d'un acide concret dans une certaine portion d'eau, d'une résine dans une certaine portion d'esprit de vin ou d'éther, d'un métal dans une certaine portion de mercure, d'un sel concret dans une certaine portion d'acide fluide. Mais quand la solution est faite, on peut ajouter du dissolvant, de la substance liquide, autant que l'on veut. Ainsi et pour le cas seul où il y a changement de forme, l'affinité physique ne statue de degrés de saturation que de la part d'une des deux substances, et nous devons juger que ce n'est qu'à la nécessité de liquéfier la substance concrète que l'affinité physique doit celle de prescrire une limite de saturation.

Il en est absolument de même des gaz. Vous pouvez mêler du gaz oxigène avec du gaz azote avec du gaz hydrogène, avec de l'acide carbonique, avec de l'ammoniac etc. par affinité physique sous toutes les proportions imaginables. Mais dès que l'on veut mêler un gaz avec une substance liquide alors on rencontre une limite de saturation déterminée également par le changement de forme. Une portion d'air atmosphérique par ex: ne peut contenir qu'une certaine portion d'eau par ce que l'eau doit changer sa liquidité contre l'état de vapeur ou de gaz pour s'unir à l'air. De même une portion d'eau ne peut contenir qu'une certaine portion

d'air par ce que par cette espèce de réunion l'air doit se comprimer, comme vous savez, très fortement et oppose par là une résistance presque immense à l'action de l'affinité physique.

Mr. de V. Cette comparaison des deux espèces d'affinités rélativement à la saturation me paroit bien importante.

Mr. de R. Et je ne conçois pas que l'on ait tant tardé, à les distinguer l'une de l'autre, leurs caractères distinctifs étant si marqués; car l'affinité chimique renferme tout dans d'étroites cases, assigne à chaque opération une limite prescrite en nombres invariables, tandis que l'affinité physique abat toutes les barrières, fraternise tout, réunit tout par l'amour et la liberté. C'est l'ancien et le nouveau testament, la loi de Moyse et l'Evangile!

Mde. de L. (*souriant.*) Avouez, monsieur de P., que la Physique est une science bien dangereuse puisqu'elle monte l'imagination de notre ami au point de comparer l'affinité à la Religion.

Mr. de P. Au risque de m'exposer à votre disgrace, madame, je me trouve forcé de vous découvrir une nouvelle qualité de l'affinité physique bien propre à confirmer la fraternité que l'enthousiasme de monsieur de R. lui attribue. *Lorsque deux substances se mêlent par l'affinité physique, elles se condensent mutuellement sans rien perdre de leurs qualités propres.* La pesanteur spécifique du mélange est toujours un peu plus grande que la pesanteur spécifique moyenne des substances prises à part. Supposons par exemple que nous mêlions une portion d'eau, dont la pesanteur spé-

cifique est 1, à une égale portion d'esprit de vin, dont la pesanteur spécifique est $\frac{8}{10}$, la pesanteur spécifique du mélange ne sera pas la moyenne $\frac{9}{10}$ mais elle sera un peu plus grande; et vous savez déja que ce mélange est accompagné de dégagement de chaleur.

Les gaz se trouvent également dans ce cas. J'ai eu autrefois l'honneur de vous parler d'un instrument que j'ai construit pour exposer deux gaz hétérogènes à l'action de l'affinité physique. Cet instrument est muni d'un élatéromètre qui prouve que pendant le mélange l'élasticité des gaz diminue jusqu'à un certain terme qui va pour certains gaz jusqu'à plus d'un vingtième.

Cette condensation des liqueurs et des gaz est une espèce de changement de forme qu'il est important de ne pas méconnoitre, d'autant plus qu'il est toujours accompagné de dégagement de calorique latent.

Le Comte C. Cela me rappelle que j'ai déja souvent voulu vous prier de nous parler des effets du changement de forme dans les procès chimiques.

Mr. de P. Très volontiers, d'autant plus que cette matière se lie intimément aux principes généraux de la Chimie que nous traitons.

Lors de la théorie de la chaleur j'ai déja eu l'honneur d'étaler à mon aimable auditoire la grande part que le calorique prend à plusieurs changemens de forme, soit comme cause soit comme effet. Ainsi ne vous étonnez pas si dans cette considération de l'influence des formes dans les procès chimiques le calorique joue un grand rôle.

Le premier effet du changement de forme est un changement de densité que subissent les substances dont

on change la forme, et le changement de densité influe beaucoup sur le procès chimique. La plûpart des métaux (tous peut-être sans exception) ne s'oxident point par le contact du gaz oxigène parfaitement sec à la température ordinaire de 10 à 15 degrés R. La densité du gaz est trop petite, sa masse chimique est trop foible. Mais placés sous l'eau ils s'y oxident pour la plûpart, par ce que l'oxigène de l'air atmosphérique a dans l'eau une densité et par conséquent une masse chimique 500 fois plus grande que dans l'air.

Le phosphore ne s'oxide dans l'air atmosphérique qu'autant qu'il est volatilisé, c. à. d. divisé en particules infiniment déliées; et alors la masse chimique du gaz oxigène est suffisante pour saisir ces particules. Placé sous l'eau il ne s'y volatilise pas; mais il s'y oxide cependant, par la même raison que les métaux. Le soufre par contre ne s'oxide pas sous l'eau malgré la grande densité qu'a le gaz oxigène disséminé dans l'eau, par ce que l'autre élément de sa masse chimique, l'affinité absolue du soufre pour l'oxigène, est bien plus petite que celle du phosphore.

Les acides, les plus grands destructeurs des métaux, les attaquent en vertu de la grande densité sous la quelle se trouve l'oxigène combiné avec les bases, ce qui fait que la masse chimique de l'oxigène est prodigieusement accrue. Et vous jugerez ici l'importance de la masse chimique très grande, si vous considérez que la base de l'acide s'oppose par toute la force de son affinité pour son oxigène à l'oxidation du métal; car cette oxidation lui enlève une partie de son oxigène, décompose l'acide même. Nous avons même plusieurs cas où cette affi-

nité de la base de l'acide pour l'oxigène est assez forte pour empêcher cette décomposition; et si nous voulons cependant oxider le métal, il faut mêler à l'acide une portion d'eau, non pour délayer l'acide, mais pour que le métal s'oxide aux dépends de l'oxigène de l'eau. L'acide sulfurique pur n'oxide aucun métal; mais mêlé avec de l'eau il en oxide plusieurs au dépends de l'eau, dont l'hydrogène s'échappe en forme de gaz.

Le Comte C. Je souscris à ce raisonnement. Mais je trouve encore une difficulté lorsque je compare les oxidations des métaux sous l'eau et celle des métaux par les acides quant à la vîtesse de l'opération. L'acide nitrique par ex: oxide à ses propres dépends dans une minute plus de fer que le gaz oxigène atmosphérique de l'eau dans une année. Les densités ne me paroissent pas dans la proportion inverse de ces tems.

Mr. de L. Voilà de la dispute, du frottement! Nous aurons des étincelles.

Mr. de P. Non, Général! mais du calcul. Comparons, monsieur le Comte, les quantités d'oxigène actif dans ces deux opérations, et supposons à cet effet que dans l'une des deux il y ait autant d'acide que d'eau dans l'autre, et voyons d'abord combien d'air atmosphérique se trouvera dans l'eau. Son volume naturel est égal à $\frac{1}{36}$ du volume, et parconséquent son poids égal à environ $\frac{1}{28800}$ du poids de l'eau. Or comme cet air atmosphérique contient environ 29 p. c. d'oxigène, il s'en suit que la portion d'oxigène disséminé dans l'eau fait environ $\frac{1}{99000}$ du poids de l'eau, tandis que dans l'acide nitrique l'oxigène fait presque 70 p. C. de l'acide. Ainsi l'action de l'acide nitrique sur le métal se fait en

vertu de 70000 fois plus de points de contact que l'action de l'oxigène condensé dans l'eau. Ajoutez à cela que la condensation de l'oxigène dans l'acide est environ quadruple de celle qu'il a dans l'eau, et vous trouverez que la masse chimique de l'oxigène dans l'acide est au moins 280000 fois aussi grande que celle de l'oxigène disséminé dans l'eau. Ainsi le premier de ces deux procès doit se faire 280000 fois plus rapidement que le second; et veuillez vous rappeller que, toute oxidation dégageant du calorique, ce dégagement doit se faire dans la même proportion de vîtesse. Donc l'augmentation de température qui a lieu dans le premier de ces procès doit être la plus haute possible, tandis qu'elle est insensible dans le second. Et comme la température augmente l'intensité de l'affinité dans des proportions presque incalculables, vous voyez que dans le procès de l'acide la masse chimique est presque infinie comparée à celle de l'oxigène condensé dans l'eau.

Mr. de L. Je m'étonne que vous n'ayez pas ajouté à tous ces moyens votre grand levier de la marche des des substances chimiques.

Mr. de P. Je suis tout prêt à vous faire ce plaisir. L'oxidation dans l'eau se fait sans le moindre mouvement mécanique avec une tranquillité au moins aussi grande que celle qui règne dans nos expériences sur la marche chimique. L'oxidation par l'acide nitrique au contraire se fait avec la plus grande turbulence; le dégagement de gaz azote et de vapeur donne à la liqueur et à la limaille de fer un mouvement continuel, mouvement qui met ces deux substances dans le contact le plus avantageux pour leur combinaison.

Le second effet du changement de forme est le changement de température. Nous en avons déja eu les preuves dans la théorie de la chaleur où nous avons vu que la liquéfaction d'un solide, la vaporisation d'un liquide et la gazification d'un corps quelconque abaissent la température, de même que la condensation d'un gaz, la réduction de la vapeur et la solidification des fluides dégagent de la chaleur. Cette chaleur, augmentée ou diminuée, a un grand effet sur l'intensité de l'affinité physique et chimique, et nous posons en principe que *toute augmentation de température rehausse les effets de l'affinité des deux genres.* Toutes les oxidations des métaux par le gaz oxigène, toutes les desoxidations des oxides par la chaleur le prouvent. Les procès chimiques où l'on fait agir des substances liquides nous en fournissent tout autant de preuves. Tous les sels, tous les alkalis, tous les acides concrets et tous les oxides végétaux se dissolvant plus promptement dans l'eau au tout autre dissolvent chaud que dans le même dissolvant à une basse température. Et toutes ces substances se dissolvent en plus grande quantité à chaud qu'à froid. Du reste ce rehaussement des affinités se fait à différents degrés, pour différentes paires de substances. Il est même possible de remplacer la masse chimique par un surcroit de température. On peut par ex: délayer de l'acide sulfurique dans une telle quantité d'eau qu'il ne fasse aucun effet sur de la limaille de fer ou de zink. Placez pour quelques instans la flamme d'une bougie sous la cornue qui contient ces ingrédiens ; l'efferves-cence s'établira, d'abord foiblement ; il ne se dégagera que quelques bulles de gaz hydrogène. Retirez à pré-

sent la flamme et vous verrez que l'effervescence continuera non seulement, mais ira en augmentant jusqu'à la dissolution complette du métal si vous avez employé assez d'acide et d'eau, et cela en vertu de la chaleur croissante qui se dégage par le procès même.

Le Comte C. Cette influence du calorique ou plutôt de la température ne se réduiroit-elle pas à la dilatation que tous les corps éprouvent par une augmentation de chaleur, dilatation qui doit les rendre plus pénétrables.

Mr. de P. C'est l'opinion de plusieurs Chimistes, mais cependant, ne vous en déplaise, monsieur le Comte, une opinion eronnée. Car si cet effet de la chaleur tenoit à la dilatation, il seroit proportionné à cette dilatation, ce qui n'est pas. L'eau portée de la température o à l'ébullition se dilate d'environ $\frac{1}{54}$ de son volume. Ainsi sa force de solution pour chaque substance soluble dans l'eau devroit augmenter de $\frac{1}{54}$ par la chaleur de 100 degrés C. Le sel marin seul paroit se trouver à peu près dans ce cas, son excès de solubilité dans l'eau bouillante étant à peine sensible. Mais pour toutes les autres substances l'accroissement des dégrés de solubilité à une température élevée est beaucoup plus considérable; témoin par ex: la baryte qui se dissout en dix fois plus grande quantité dans l'eau bouillante que dans l'eau près du point de congélation. Ainsi dans tous les procès de l'affinité l'action du calorique est celle d'une substance chimique; ce qui se rapporte parfaitement à tout ce que nous savons d'ailleurs de cette substance impondérable.

Le Comte C. Il me semble pourtant que l'action

du calorique dans ces phénomènes est différente de celle des substances pondérables. Ici il ne joue que le rôle de médiateur entre deux substances qui sans lui ne se combineroient pas.

Mr. de P. Assurément. Mais nous le voyons aussi s'assimiler lui même aux substances pondérables, comme par ex: dans la fusion des corps, dans la gazification de l'oxigéne et dans la vaporisation de l'eau. Nous avons de même plusieurs substances ponderables qui font l'office de médiatrices entre deux de leurs semblables. La décomposition de l'eau que je viens de citer en fournit un exemple frappant. Le fer ou le zink seuls n'en viennent pas à bout, ils ne peuvent pas enlever l'oxigène à l'eau. Mais à l'aide de l'acide la décomposition s'opère avec rapidité. Le gaz hydrogène seul et à la température ordinaire ne se combine pas avec le gaz oxigène. Mais le gaz hydrogène sulfuré se combine facilement et le gaz hydrogène phosphoré s'enflamme de lui-même au contact de l'oxigène. Dans la première de ces deux opérations nous voyons de même le soufre, qui, seul et à une basse température, n'a aucune action sur le gaz oxigène, se combiner avec lui à l'aide de l'hydrogène et produire de l'acide sulfureux. Le phosphore, qui à la température ordinaire ne fait que luire, subit dans la seconde opération une inflammation totale et instantanée. Les huiles, toutes les graisses, le soufre et le phosphore sont insolubles dans l'eau; mais fondus avec un alkali ils deviennent solubles. Nous avons même des cas où deux acides, dont chacun d'eux n'est pas capable de dissoudre certain métal, le dissolvent lorsqu'on les réunit à cet effet.

Mr. de T. Notre Général avoit raison de dire que cette discussion produiroit des étincelles. Sans elle nous n'aurions pas appris que certaines substances chimiques jouent le rôle de médiatrices et que par ex: deux substances chimiques réunies forcent l'oxigène à se combiner avec elles, quoique chacune d'elles prises à part ne soit pas en état de l'engager à cette complaisance. Voilà de là mécanique toute pure.

Le Comte C. Et voilà mes doutes levés. Je suis à présent zélé partisan des proprétés chimiques du calorique.

Mr. de P. Et par conséquent de la grande influence des formes dans toutes les opérations de l'affinité, puisque, outre leur effet sur la masse chimique, le changement de forme influe si puissamment sur l'activité du calorique. Jettez, monsieur le Comte, un coup-d'oeil général sur la Chimie. Vous trouverez que la Chimie analytique a décomposé presque tous les corps et assigné jusqu'à $\frac{1}{1000}$ la quantité de substances qui entrent dans leur composition. Par contre combien pauvre la Chimie synthétique, l'art de recomposer les corps, ne doit-elle pas nous paroitre! Elle est d'une pauvreté absolue quant aux substances du règne animal et végétal; elle est incapable de produire, je ne dis pas une seule substance organique, mais une seule des nombreuses substances que ces deux règnes de la Nature nous fournissent. Nous ne savons faire ni sucre, ni gomme, ni graisse quelconque etc., pas même le gaz ammoniac, de quelque manière que nous combinions l'oxigène, l'azote, le carbone et l'hydrogène. A quoi cela peut-il tenir? Surement pas à un demi millième

d'erreur dans la connoissance des proportions; car si cela étoit, le hazard eut déja fait cent fois ce que la science ne fait pas, nos mesures dans les mélanges étant également sujettes à quelques petites erreurs. Cela ne peut tenir qu'à l'ignorance où nous sommes sur les formes sous les quelles la Nature saisit les substances simples pour former ces combinaisons qui sont pour nous encore des énigmes, ou à l'impossibilité où nous nous trouvons de donner ces formes aux substances simples. — Mais quittons ces considérations générales. Il nous reste encore un problème difficile à résoudre dans la théorie des lois particulières de l'affinité, au quel les Chimistes n'avoient pas songé, apparemment par ce qu'il paroit appartenir davantage à la Physique qu'à la Chimie.

Mr. de T. Cela me fait espérer que ma bonne amie, la Mécanique, sera de la partie.

Mr. de P. Au risque de vous déplaire, monsieur de T., je dois vous dire que vous vous trompez. Ce sera le bon ami de madame de L., le calorique, qui jouera le rôle principal.

Mde. de L. Et vous ne craignez pas de me déplaire par votre malice?

Mr. de P. Non, madame; le calorique est un bon ami très décent. Ce Sicisbeo là peut convenir aux dames les plus vertueuses comme aux dames les plus frilleuses.

Mde. de L. Donnez nous votre problème, sans quoi je risque d'être encore un quart-d'heure en bûte à votre ironie.

Mr. de P. Vous savez trop bien, madame, que

si je me permettois quelque chose de semblable, ce ne seroit que par dépit de n'oser pas vous dévoiler, comme monsieur de V., tous les sentimens que vous m'inspirez.

Mr. de V. Quel bonheur d'avoir 70 ans!

Mr. de G. Je suis curieux de voir quelle transition vous imaginerez pour passer de votre galanterie à votre problème physico-chimique.

Mr. de P. Vous la faites vous-même, mon cher, par votre question. Il s'agit dans ce problème des combinaisons de l'oxigène avec les radicaux pour découvrir les conditions qui font de ces combinaisons tantôt des acides, tantôt des oxides et la différence essentielle qu'il y a entre ces deux genres de substances.

Le Comte C. Il me semble que la propriété des acides, de rougir la teinture de tournesol, devroit les distinguer complettement des oxides.

Mr. de P. Si malheureusement ce soi-disant caractère distinctif n'avoit pas induit les Chimistes a admettre les faux acides, et si l'on ne savoit pas que le tournesol, originairement rouge, ne doit sa couleur bleue qu'à l'alkali qu'il contient, et que les acides neutralisent pour rendre au tournesol sa couleur primitive.

Le Comte C. Cette propriété des acides, de neutraliser les alkalis me paroit être un nouveau caractère distinctif des acides.

Mr. de P. Qui l'est également des alkalis rélativement aux acides. Ainsi ce caractère appartient aux deux genres de substances et ne peut donc pas servir à les distinguer l'un de l'autre. Si par ex: on nous racontoit que deux personnes se sont tuées mutuellement en

duel, saurions-nous par là que l'une des deux est un officier militaire et l'autre un officier civil?

Mde. de L. Votre Logique est aujourd'hui bien peu traitable.

Mr. de L. Cela n'est pas étonnant, son premier essort ayant été une satyre contre madame. Pour moi je la trouve charmante: elle sabre tout.

Mr. de P. Lavoisier et plusieurs de ses successeurs ont cru trouver la différence essentielle entre les acides et les oxides dans la plus grande proportion d'oxigène qu'ont les acides; de sorte qu'une base devient acide ou oxide selon qu'on lui offre plus ou moins d'oxigène à combiner. Mais si cela étoit, vous voyez d'abord que les acides en *eux* joueroient le rôle d'oxides par rapport aux acides en *ique*, et les deutoxides celui d'acide par rapport aux protoxides. En outre il existe beaucoup d'acides qui contiennent moins d'oxigène que certains oxides, et tous moins que l'eau qui n'est qu'un oxide d'hydrogène.

Le Comte C. Permettez moi d'objecter contre votre dernière observation que dans ces cas les bases sont différentes, et que si nous avions un acide d'hydrogène, cet acide contiendroit peut-être plus d'oxigène que l'eau.

Mr. de P. Cela peut-être. Mais ce qui est bien certain, c'est que le sucre contient plus d'oxigène que la plupart des acides végétaux qui ont également le carbone et l'hydrogène pour base.

Mr. de R. Mais quel sera donc le caractère distinctif des acides et des oxides?

Mr. de P. Considérons ces deux genres de sub-

stances dans leurs effets. Prenons un acide quelconque et mêlons le avec de l'eau de même température. Vous savez déja que la température s'élève, sans aucun changement de forme qui puisse en rendre compte. Deux portions égales en volume d'eau et d'acide sulfurique pur produisent une chaleur qui, à raison de la grande quantité de vapeurs qui s'élèvent du mélange, peut-être évaluée à 150 degrés au moins. Mêlons par contre un alkali déja muni de son eau de cristallisation avec de l'eau pure, nous n'observerons pas la moindre élévation de température.

Le Comte C. Peut-être y a-t-il ici une compensation. Il est possible que le mélange de l'alkali et de l'eau produise de la chaleur, qui se trouve absorbée par le passage de l'alkali de la forme concrète a la forme liquide.

Mr. de P. L'objection est très spécieuse; mais elle se réfute par l'expérience suivante: Dissolvez une portion d'alkali dans un minimum d'eau et versez y une nouvelle portion d'eau de même température. Il ne se dégagera aucune chaleur; ce qui devroit cependant avoir lieu si la combinaison de l'eau et de l'alkali produisoit du chaud. Prenez par contre un acide déja étendu d'eau et versez y une nouvelle portion d'eau et vous verrez constamment le thermomètre monter dans le mélange.

Considérons à présent l'action des acides sur les métaux, les terres, les alkalis et les autres oxides. Partout nous y voyons dégagement très considérable de calorique, formation de vapeurs et souvent formation de gaz, tout comme dans les combinaisons du gaz oxi-

gène. *Cette production de chaleur due aux acides dans toutes leurs combinaisons est le caractère distinctif de ce genre si actif de substances*, et nous recherchons à présent la cause de cette production générale de chaleur dans la combinaison des acides.

Nous savons que le gaz oxigène est la substance qui produit la chaleur dans les procès de l'inflammation; nous devons donc attribuer à l'oxigène de l'acide le calorique qui se déploie dans les combinaisons dont nous parlons. En effet la première action d'un acide sur un métal est l'oxidation, la seconde est la solution de l'oxide. Or comme les oxides métalliques sont solides, il est évident que l'oxigène, qui comme partie de l'acide étoit fluide, a échangé sa forme contre celle de solide et a laissé échapper le calorique nécessaire pour le tenir à la forme de fluide.

Le Comte C. Cette explication peut rendre compte de la chaleur déploiée par l'acte de l'oxidation. Mais comment expliquerez-vous la chaleur qui se dégage par l'action des acides sur les oxides? Ici l'oxide passe de l'état solide à l'état liquide.

Mr. de P. Aussi ce que vous prenez, monsieur le Comte, pour une explication, à la manière de bien des Chimistes, n'est rien moins que cela. Je voulois seulement vous décrire les deux opérations qui ont lieu et leurs suites immédiates, pour tirer en suite la conclusion. Vous nous avez décrit la seconde moitié du phénomène, d'où il suit que l'action des acides sur les oxides doit être suivie d'une diminution de température, comme lorsqu'on fait fondre de la neige dans un acide; et cette diminution doit excéder l'augmentation que

j'ai alléguée, puisque non seulement l'oxigène, mais aussi le métal de l'oxide, deviennent liquides. Ainsi, il semble que l'action totale d'un acide sur un métal doit produire du froid.

Le Comte C. Assurément, et voilà le principe très fort en contradiction avec l'expérience.

Mr. de P. Voyons si une autre expérience ne fera pas disparoitre cette contradiction. Prenons à cet effet le mélange déja souvent cité de l'acide sulfurique et de l'eau à volumes égaux. Le calorique qui se dégage peut être évalué à plus de 150 degrés pour toute la masse du mélange, et cependant nous n'avons pas de changement de forme, ni l'eau ni l'acide n'étant solidifiés dans ce procès.

Le Comte C. Mais nous avons une condensation du mélange en vertu de la loi que vous-même nous avez alléguée.

Mr. de P. Ainsi vous tenez encore, monsieur le Comte, à l'idée que c'est du calorique latent qui se dégage dans toutes ces opérations?

Le Comte C. (*étonné.*) Mais.....

Mr. de P. C'est là le principe qui est en contradiction avec l'expérience, et cela nous est facile à prouver. Le calorique latent des acides est généralement beaucoup moindre que celui de l'eau; mais supposons en faveur de votre opinion qu'il fut aussi grand et de plus que la condensation dont vous parlez allât jusqu'à la solidification complette de l'eau et de l'acide, il est clair que cette condensation ne rendroit compte que de 60 degrés de chaleur dégagée, comme cela a été démontré dans la théorie de la congélation, et non pas

des 150 que nous livre la combinaison de l'acide sulfurique et de l'eau. Ainsi ce n'est pas le calorique latent, au moins pas lui seul, qui se dégage par l'action des acides sur l'eau et les métaux, mais le calorique combiné. D'où je tire tout droit la conclusion que *les acides sont des composés d'oxigène et d'un radical qui, sous toutes les formes, solide, liquide ou gazeuse, contiennent une plus ou moins grande quantité de calorique combiné; et les oxides des composés d'oxigène et d'un radical, qui sous toutes les formes, solide, liquide ou gazeuse, ne contiennent point de calorique combiné.*

Mr. de L. Voilà donc où vous vouliez nous mener?

Mr. de P. Oui, Général!

Le Comte C. Quant à moi, je suis arrivé et charmé d'avoir fait cette route. Qu'en dit madame de L.?

Mde. de L. Après vous, monsieur le Comte, qui avez fait tant de belles objections, je tire l'échelle.

Le Comte C. Ah! oui! De belles objections qui ont été traitées comme des bulles de savon! Mais veuillez nous dire, monsieur de P.: d'où vient ce calorique combiné dans les acides?

Mr. de P. Il provient du calorique combiné du gaz oxigène, dont il ne se perd qu'une partie dans l'acte de la combinaison de ce gaz avec les radicaux, le surplus restant combiné avec l'acide. D'où j'ai tiré le principe que, *pour former un acide immédiatement avec de l'oxigène et une base acidifiable, l'oxigène doit être à la forme de gaz et la base à la forme concrète.* Ce principe se fonde sur la théorie du calorique et se confirme par la formation des acides carbonique, sul-

furique, phosphorique et borique. Celle de l'acide nitreux semble faire exception, mais peut cependant être rammenée à la règle par des considérations que je ne puis encore vous offrir.

Nous composons en outre des acides par le moyen d'un autre acide, par ex: de l'acide phosphoreux en combinant du phosphore avec de l'acide nitrique qui abandonne une partie de son oxigène et de son calorique combiné et se change par là en acide nitreux. L'acide nitrique est même le seul moyen que nous aions de former les acides arsénique et molybdique, le contact du gaz oxigène. même soutenu de la plus forte chaleur, n'y suffisant pas, de même qu'à la composition des acides tungstique, chrômique etc. dont la Nature s'est réservée le secret et que nous ne pouvons qu'extraire de certains minéraux assez rares dans les quels nous trouvons ces acides tout faits.

Mde. de L. Ce principe nous rappelle l'importance des formes que vous nous avez déja fait apercevoir plusieurs fois.

Mr. de P. Permettez moi, madame, de quitter ce domaine pour rentrer dans celui du calorique. Nous voyons les acides oxider les métaux, fondre les oxides, les alkalis, les terres mêmes dont plusieurs résistent au feu le plus violent du fourneau de réverbère et à l'action des plus grands miroirs ardents, et cela en vertu du calorique combiné qu'ils contiennent. Les acides sont donc les plus puissants moyens de fusion que nous connoissions; et les liquéfactions qu'ils opèrent doivent être considérées comme de vraies fusions, parfaitement analogues à celle du feu. Les oxidations que

nous leur devons sont de même absolument semblables à celles que nous fournit le gaz oxigène. Or comme nous nommons *combustions* les combinaisons du gaz oxigène avec les substances oxidables, nous devons donner le même nom aux oxidations opérées par les acides.

Le Comte C. Lavoisier s'est déja servi de ces dénominations, et même du mot général *corps brulés* pour toutes les substances combinées avec de l'oxigène; et je m'étonne que ce seul mot ne lui ait pas dévoilé le vrai caractère distinctif des acides et des oxides.

Mr. de P. Il ne connoissoit pas la différence entre le calorique latent et le calorique combiné et ne pouvoit guères la connoitre, par ce qu'il ne distinguoit pas l'affinité physique de l'affinité chimique.

Le jeune de L. Si je ne craignois une réprimande de mon cher Papa je me permettrois une objection contre cette théorie de la fusion.

Mr. de P. Voyons, mon cher, je vous réponds de son consentement.

Le jeune de L. L'eau dissout, c. à. d. liquéfie dans le système, tant de substances, telles que beaucoup de sels, le sucre, les gommes, les alkalis etc. L'eau a-t-elle-du calorique combiné?

Mr. de P. Non, puisque l'eau est un oxide; mais elle a beaucoup de calorique latent, plus que toutes les autres substances, et c'est ce calorique latent qui opère ses fusions. Et je vous observe que ces matières que l'eau peut liquéfier sont, à l'exception de la chaux, de la strontiane et de la baryte, toutes fusibles par des degrés médiocres de chaleur; et quant aux trois alkalis que je viens de nommer, dont la fusion exige de très

hautes températures, il est à remarquer que l'eau froide n'en liquéfie que de très petites portions.

Le jeune de L. Ainsi la fusibilité de ces substances devroit être en proportion de la quantité que l'eau peut en dissoudre.

Mr. de P. Cette conclusion a quelque chose de vrai et seroit parfaitement vraie si la quantité de calorique étoit la seule cause qui entrât en considération. Mais nous ne devons pas oublier que l'affinité a sa bonne part à ces phénomènes. C'est elle qui, ici de même que dans les fusions et les oxidations par les acides, assimile les substances, produit les combinaisons et met le calorique en activité, mais sans le calorique, combiné ou latent, le mélange ne pourroit pas être liquide.

Le Comte C. Puisque nous sommes en train de vous incommoder par nos objections, permettez moi de vous en faire encore une qui sera la dernière. La plupart des oxides métalliques ne sont fusibles qu'à la chaleur rouge ou même à l'incandescence; et comme dans la fusion par les acides c'est le calorique combiné qui opère cette fusion, il s'en suivroit de là qu'il y a production de chaleur rouge dans toutes ces espèces de fusion; de même que dans les oxidations des métaux par les acides.

Mr. de P. J'en suis pleinement convaincu, c. a. d. qu'à chaque point de contact entre l'acide et l'oxide et entre l'acide et le métal il y a chaleur rouge et incandescence si la fusion ou l'oxidation ordinaires exigent d'ailleurs ce degré de chaleur. Mais cette haute température, se communiquant rapidement à tout le reste

de la masse liquide et solide et produisant même de la vapeur, s'affoiblit prodigieusement; et le thermomètre n'indique par cette raison que de médiocres degrés de chaleur très inférieurs à ceux de la chaleur rouge.

Mr. de L. J'avoue que ces résultats m'étonnent et que cette combinaison de la théorie de la chaleur avec celle de l'affinité me plait. J'aime à contempler ces fils subtils qui lient les parties de la Science les unes aux autres et en font un tout systématique bien ordonné.

Mr. de P. Nous ne pouvons, je crois, terminer mieux cette trop longue soirée que par ce tribut flatteur que notre Général dépose aux pieds de la Science.

Soixante deuxième entretien.

Mr. *de P.* Je commence, madame, notre entretien d'aujourd'hui avec une vive satisfaction. Le moment est venu de vous faire recueillir les fruits de l'attention méritoire que vous avez accordée à nos considérations sur les principes généraux de la Chimie, en vous offrant l'application de ces principes dans une suite de procès chimiques aussi importants que curieux dont nous chercherons ensemble l'explication.

Mde. de L. J'accepte avec reconnoissance la recompense que vous voulez m'accorder, quoique je sente l'avoir bien peu méritée. En effet peut-on s'instruire avec plus de facilité et de plaisir que dans ces entretiens où tout concourre à éloigner les épines de la Science, où la permission que vous nous avez accordée de vous faire des questions, de vous contredire même, sert si bien à lever les difficultés?

Mr. de P. Personne, madame, ne peut sentir mieux que moi-même la médiocrité de mon talent pour ce genre d'instruction et je ne puis prendre la bonté avec quelle vous vous y prêtez que comme une suite de votre indulgence. — Mais entrons en matière; je

vois que le Général s'impatiente déja. Le premier de ces procès concerne la constitution chimique de l'atmosphère terrestre, qui exerce une si grande influence sur tous les êtres organiques. Nous voulons considérer cette influence rélativement à notre santé, objet qui tient de si près à ce que l'homme doit regarder comme le plus précieux de tous les dons physiques qu'il doit à la bonté divine. L'existence des gaz oxigène et azote comme parties constituantes de notre atmosphère ayant été découverte, il a été question d'en fixer la proportion. Et comme l'on regardoit alors le plus ou moins d'oxigène comme la mesure de la salubrité de l'air, on a donné à l'art de fixer cette proportion le nom *d'Eudiométrie* et aux appareils inventés à cet effet le nom *d'eudiomètres*. L'illustre Priestley, que l'on a oublié peut-être trop tôt par ce qu'il a constamment refusé son consentement à la théorie de Lavoisier, Priestley est le père de l'Eudiométrie. Il employa le premier le *deutoxide d'azote* (alors gaz nitreux) et découvert par Hales pour enlever à l'air atmosphérique son oxigène. Vous savez, madame, que la combinaison de ces deux gaz produit l'acide nitreux qui paroit d'abord en forme de vapeur rouge brunâtre et se mêle très vîte avec l'eau. Son instrument étoit simple: Un tube gradué en volumes égaux et un petit vase (la mesure) dans le quel il mesuroit les volumes des gaz employés, et un appareil pneumato-chimique; voilà tout. Il remplissoit le tube d'eau, le renversoit dans l'appareil pneumato-chimique lui-même plein d'eau et faisoit passer dans le tube portions égales d'air atmosphérique et de deutoxide d'azote. En secouant le tube, de manière au reste à ne pas intro-

duire d'air atmosphérique étranger, les gaz se combinoient très promptement et l'acide formé se réunissoit à l'eau; d'où il résultoit une absorption. Si par ex: il ne restoit, des 200 parties des deux gaz ensemble, que 122 parties, l'absorption étoit de 78 parties. Or comme Priestley savoit déja d'après ses expériences que 100 parties d'oxigène en volume suffisent pour changer 200 parties en volume de deutoxide d'azote en acide nitreux, il ne lui falloit plus que diviser les 78 parties absorbées par 3 pour trouver le volume d'oxigène enlevé à l'air. Dans cet ex: c'est 26. Il concluoit de là que l'air atmosphérique contenoit 26 p. c. d'oxigène.

Mr. de R. Mais c'est beaucoup trop; car vous nous avez dit que ce n'est que 22 p. C.

Mr. de P. Lavoisier a admis même 27 p. C. en suite de ses expériences, et d'autres Physiciens trouvèrent d'autres proportions. On crut d'abord que ces grandes différences venoient d'un défaut d'exactitude dans les appareils, et on multiplia ces appareils dans l'espoir d'en trouver un exempt d'erreur. Enfin l'on s'apperçut que ces différences tenoient non au mécanisme des instrumens mais à des différences dans la Nature du deutoxide, et Humboldt nous a livré un grand travail sur ce deutoxide dans le dessein de le produire de nature constamment égale. Mais il a lui-même regardé ce travail comme infructueux, désespérant de produire ce gaz sans un superflu de gaz azote ou même de déterminer au juste la quantité de ce superflu.

Mr. de G. Ainsi voilà l'eudiométrie aux abois!

Mr. de P. Elle le seroit assurément si nous n'avions, comme je crois l'avoir déja remarqué, plusieurs

substances capables d'enlever l'oxigène à l'air atmosphérique. On nomme ces substances *eudiométriques*, et l'on en a essayé et l'on en essaye encore de nos jours plusieurs. Loin de parcourir avec vous ce champ fertile en tentatives infructueuses je me restraindrai à deux de ces substances, le phosphore et le gaz hydrogène.

Lavoisier, Guyton-Morveau et d'autres employèrent en Eudiométrie la combustion rapide du phosphore. Une cornue A (fig. 5.) dont le bec est très allongé en forme de tube BC partagé en centièmes du volume de la cornue, est un appareil commode pour cette opération. On jette un très petit morceau de phosphore dans la cornue par le tube et on tourne l'instrument de sorte que le phosphore se trouve en D; puis on ferme sur le champ l'ouverture C du tube à vis. Cela étant fait on chauffe sur la flamme d'une bougie le phosphore qui se fond et s'allume très vîte, n'ayant pour cela besoin que de 31 à 32 degrés R. Cette combustion faite, on laisse réfroidir l'instrument et quand il a acquis la température de l'air on place le bec C dans un vase profond plein d'eau, et on l'ouvre sous l'eau. A l'instant l'absorption et la quantité de l'absorption sont indiquées sans calcul par l'ascension de l'eau dans le tube.

Mr. de T. Pourquoi faut-il un vase profond plein d'eau?

Mr. de P. Pour prendre au juste la mesure de la quantité de gaz absorbé. Car, supposé que l'eau monte dans le tube jusqu'en E, si le bout seul du tube plonge dans l'eau, par ex: jusqu'en F, il est clair que le gaz resté dans la cornue se trouve dilaté par la colonne

d'eau EF qu'il est obligé de supporter, et que l'absorption paroit moindre qu'elle n'est. On peut à la vérité corriger cette erreur par le calcul et l'on est souvent forcé de le faire; mais il est plus commode de plonger l'instrument dans l'eau de manière que le niveau extérieur soit à la même hauteur que le niveau dans le tube; alors la mesure indiqué est la vraie.

Mr. de R. Quel résultat a-t-on obtenu par ce moyen?

Mr. de P. Encore des résultats variables. L'opération est trop tumultueuse pour en fournir de surs et fixes. Il est au reste difficile d'en assigner la cause avec précision.

Mr. de G. Ainsi voilà le phosphore également déchu du trône eudiométrique, et vous, mon ami, en train de ne nous régaler que de tentatives malheureuses pour apprendre de quoi est composé l'air que nous respirons.

Mr. de P. Le phosphore va s'emparer de nouveau de son trône et cela pour plus longtems que le conquérant qu'on avoit oublié à l'isle d'Elbe. C'est un Allemand, Gren, Physicien et Chimiste très estimé, qui en fit le premier essai, et cela par les voyes de douceur, qui réussissent toujours. Il plaça tout simplement un bâton de phosphore dans un tube gradué plein d'air et plongea l'ouverture dans l'eau. A la température ordinaire le phosphore consume petit-à-petit l'oxigène par la combustion lente, et lorsqu'on s'aperçoit de jour que l'eau ne monte plus ou de nuit que le phosphore ne luit plus, l'opération est finie et l'on enfonce le tube dans

l'eau jusqu'à ce que l'eau extérieure et intérieure soient au même niveau.

Mr. de G. Quel fut alors le résultat?

Mr. de P. Aucun.

Mr. de G. Cela est singulier et plaisant.

Mr. de P. Sur tout pour le pauvre Gren qui mourut avant d'avoir exécuté son appareil, et après n'avoir fait que quelques expériences préliminaires pour s'assurer préalablement de l'effet de la combustion lente du phosphore.

Mde. de L. Je plains beaucoup cet illustre Savant. C'est le second que vous nous avez nommé qui a eu le sort de mourir au moment de faire une expérience importante.

Mr. de P. Toute l'Allemagne l'a regretté tant pour ses talents que pour l'excellence de son caractère.

Berthollet, au Caire, lors de l'expédition d'Egypte, et votre Professeur, en Russie, recueillirent cette idée de Gren, sans s'en être donnés avis, et (ce qu'il y a de singulier) la même année et le même mois. Berthollet publia à son retour ses expériences faites avec un simple tube gradué. Les miennes l'étoient déja et je les avois faites avec l'instrument que je vais avoir l'honneur de vous décrire, le préférant à raison de l'exactitude au tube simple. Le tube dans le quel l'opération se fait est composé du gros tube A d'environ $1\frac{1}{4}$ de pouce diamètre et du tube étroit ac sur le quel l'échelle est dessinée en millièmes du contenu des deux tubes. Ces deux parties de l'instrument se vissent l'un à l'autre de manière à ne faire qu'une seule pièce dont la jointure interdit toute communication de l'air intérieur avec

l'extérieure. Le vase dans le quel on plonge l'eudiomètre est un tuyau de verre BB, fermé par le bas, ouvert par le haut et à moitié plein de mercure. Il est assujetti par des cercles de métal nn et mm à une planche DEC qu'on suspend à un clou x comme un baromètre. Pour opérer avec cet instrumeut on emplit le double tube de l'air à examiner, ce qui se fait le plus facilement en l'emplissant auparavant de mercure qu'on fait en suite écouler dans l'air dont instrument doit se remplir. On pose en suite le tube presque horizontalement, en sorte que son bout ouvert c se trouve un peu haussé et l'on y jette un bâton de phosphore qui descend jusques en A. Alors on retourne promptement le tube pour le placer dans le mercure dans une position verticale. Le phosphore y prend une position inclinée. Mais il faut observer que cette introduction du phosphore chasse du tube un volume égal d'air qu'il faut soustraire du volume entier de l'air avant de faire l'échelle. On détermine pour cela le volume que le phosphore doit occuper et que je fais égal à environ $\frac{1}{30}$.

Mr. de T. Ainsi il faut mesurer le volume du phosphore, ce qui, je crois, n'est pas aisé.

Mr. de P. Cette mesure se fait à la balance, puisqu'on connoit la pesanteur spécifique du phosphore. L'instrument étant ainsi chargé on est sur qu'en 7 à 8 heures et à une température de l'air de 12 à 15 degrés R. le phosphore a enlevé à l'air renfermé dans l'instrument tout l'oxigène qu'il contenoit et si c'étoit de l'air pur, pris hors de la ville, le résultat assigne 22 à 23 pour cent de gaz oxigène.

Vous vous souvenez surement, madame, que lors

de la théorie du luminique j'eus l'honneur de vous faire remarquer que si le phosphore se trouve exposé à la lumière solaire, l'absorption du gaz oxigène produit un nouveau gaz qui occasionneroit une erreur dans notre opération ; et cette erreur est ce qui a séduit Humboldt à croire que l'on ne peut obtenir des résultats eudiométriques constants par la combustion lente du phosphore, et engagé Berthollet à ne plus parler depuis de son eudiomètre. Pour prévenir ce défaut je couvre le gros tube A du cylindre encore plus gros F de métal ouvert par les deux bouts et que j'accroche en u et u à la planche au moyen des crochets b et b. Et comme l'instrument nage à différentes hauteurs dans le mercure, je le fixe à une certaine hauteur par deux bouts de fil de fer no, no.

L'opération étant finie je dégage l'instrument et le plonge dans le mercure jusqu'à ce que la colonne contenue dans le tube ac soit au niveau du mercure extérieur, et la division correspondante à ce niveau indique immédiatement en millièmes la proportion d'oxigène; et comme chaque division a environ $\frac{2}{3}$ de ligne de hauteur, on peut en évaluer encore un cinquième sans erreur, et partant l'instrument indique avec sureté jusqu'à $\frac{1}{5000}$ du volume du gaz la quantité d'oxigène qu'il contenoit.

Mde. de L. Je suis bien persuadée de cette grande exactitude ; mais je trouve votre instrument un peu compliqué.

Mr. de P. Ne me faites pas, madame, ce reproche, sans quoi vous serez forcée de le faire avec plus de raison encore à l'eudiomètre à gaz hydrogène que je vais

avoir l'honneur de vous décrire, et qui est l'instrument favorit des Physiciens et Chimistes françois.

Mde. de L. Tant pis. Messieurs les Physiciens ou Chimistes devroient n'inventer que des instrumens simples. Le tube simple me plait davantage.

Mr. de P. Les instrumens compliqués les amusent tout aussi peu que vous, madame; mais ils ne peuvent pas toujours les éviter. L'exactitude des expériences est leur suprême loi.

L'idée d'un eudiomètre à gaz hydrogène est presque une vielle idée, elle est due à Volta et ne fit pas d'abord de sensation. Ce n'est qu'après que l'on crut s'être persuadé de l'impropriété du phosphore, peu après l'époque où Volta ajouta par l'invention de sa pile le troisième fleuron à sa couronne d'immortalité, que l'on revint sur cette idée. Aujourd'hui on l'exécute de la manière suivante: A (fig. 7.) est un entonnoir de métal, renversé, B une virole soudée à l'entonnoir et surmontée du robinet C qui porte la virole D dans la quelle on a fixé, avec du mastic, le tube de verre épais DE. Sur ce tube est fixée et mastiquée la virole E surmontée du robinet F qui lui-même porte la virole G et la cuvette de métal H. Au fond de cette cuvette et dans la virole G se trouve un écrou qui reçoit une petite virole à vis I dans la quelle on a fixé avec du mastic le tube de verre étroit et long IK ouvert au bout inférieur T et fermé au bout supérieur K, dont le volume est partagé en 200 parties égales par une échelle gravée sur le tube. Toutes les viroles sont percées en ligne verticale, de sorte que, lorsque les robinets sont ouverts, il y a communication libre de l'entonnoir A jusqu'au

haut tu tube IK. Vous voyez en L une petite verge de laiton scellée dans la virole E et entourée d'un petit tube de verre qui sert d'isoloir entre cette verge et le métal de la virole. Le bout extérieur de cette verge se termine en boule et l'intérieur approche très près de la paroi supérieure de la virole pour porter l'étincelle électrique qui doit produire l'inflammation des gaz. Enfin l'on a un petit vase de verre nommé la *mesure* qui contient 100 parties du volume du tube IK.

Mde. de L Cet instrument, à en juger par votre dessin, est très élégant; mais il a bien des viroles, des robinets, des tuyaux, des tubes etc.

Mr. de P. Dont l'ensemble au reste est facile à saisir. Permettez moi de vous en décrire l'usage. D'abord on le place sur la cuvette pneumatique pleine d'eau. Puis on dévisse le tube IK et on ouvre les deux robinets. On enfonce en suite le reste de l'instrument dans l'eau jusqu'au dessus du robinet C. L'air contenu dans la partie inférieure s'échappe par en haut et cet espace se remplit d'eau; après quoi l'on ferme le robinet C et l'on place l'instrument sur la table de la cuvette pneumatique, en sorte qu'il n'y entre point d'air par le bas, cette table étant elle-même couverte d'eau. A présent on verse de l'eau dans la petite cuvette H pour emplir le gros tube de verre ED, et trois quarts de cette cuvette. Cela étant fait on ferme le robinet F et ouvre le robinet C pour introduire dans le gros tube ED, au moyen de la mesure, 100 parties d'air atmosphérique et 100 parties de gaz hydrogène. L'instrument étant dans cet état et les robinets de même (le supérieur fermé et l'inférieur ouvert) on fait passer l'étincelle électrique

qui enflamme subitement les gaz. Il se forme de l'eau et la pression de l'air atmosphérique fait monter l'eau de la cuvette autant que l'absorption l'exige. Voilà l'opération faite. Il ne s'agit plus que de mesurer la portion de gaz qui est restée dans le gros tube de verre DE, qui est un mélange de gaz azote et hydrogène. Pour cet effet on remplit d'eau le tube, ferme son ouverture avec le doigt et le place debout dans la petite cuvette H où on le visse dans son écrou comme la figure l'indique. Alors on ferme le robinet C et ouvre le robinet F. Par là l'eau du tube IK s'écoule dans le gros tube ED et le gaz monte dans le tube IK dont l'échelle indique en deux centièmes du volume primitif, le volume du reste. Soit par ex: le volume de ce reste égal à 137 centièmes, la portion absorbée sera égale à 63 centièmes. Et comme cette absorption s'est faite aux dépends du gaz hydrogène et du gaz oxigène dans la proportion de 2 à 1, on divisera 63 par 3 et le quotient 21 indiquera les centièmes d'oxigène contenus dans l'air atmosphérique. Et c'est là le résultat ordinaire que fournit l'eudiomètre de Volta.

Mr. de T. D'où vient que votre eudiomètre à phosphore fournit 22 p. C. et plus?

Mr. de P. Cette question nous conduit à une comparaison de ces deux eudiomètres. Du côté de la masse chimique ils doivent faire le même effet. Car le phosphore ne s'oxide que dans l'état de sublimation, c. à. d. divisé en particules infiniment petites sur les quelles le gaz oxigène a toute la prise possible, et l'hydrogène est employé dans l'instrument de Volta dans une proportion très avantageuse, plus que double de

celle qu'il faut pour former l'eau, et a parconséquent un excédant de force pour vaincre l'affinité physique de l'azote pour l'oxigène.

Mais par contre le gas hydrogène a en qualité de substance eudiométrique trois défauts. Le premier est qu'au moment où les gaz dilatés par l'inflammation se condensent, il se forme un vide considérable qui dégage de l'eau une portion sensible du gaz atmosphérique disséminé dans l'eau. Le second est que le gaz hydrogène n'est jamais pur, mais constamment mêlé à un peu d'air atmosphérique, qu'avec tout le soin imaginable Humboldt et Gay-Lussac n'ont pas pu réduire à moins de $\frac{6}{1000}$ du tout et qui d'ordinaire va à plus de 1 p. c. Le troisième est que l'inflammation du gaz hydrogène dans l'air atmosphérique produit toujours un peu d'acide nitreux, par ce qu'il se combine une partie du gaz azote avec l'oxigène. Et comme cette combinaison exige 2 volumes de gaz oxigène sur un volume de gaz azote, tandis qu'il ne faut qu'un volume de gaz oxigène sur deux volumes de gaz hydrogène pour former l'eau, il s'en suit que la portion d'oxigène combinée par le gaz azote laisse trois volumes d'hydrogène pour un volume d'azote combiné.

Ces trois causes doivent influer sur les résultats eudiométriques; les deux premieres diminuent, la troisième augmente la proportion ou les pourcents d'oxigène. Le célèbre Davy a reproché au phosphore que l'acide phosphoreux, produit par la combustion lente du phosphore, décompose de l'eau en vapeurs qui se trouve mêlée à l'air atmosphérique et dégage du gaz hydrogène. Si cela est (ce qui ne me paroit pas assuré,

la mesure d'une aussi petite portion de ce gaz étant sujette à de grandes difficultés) il s'en suivroit que les indications de l'eudiomètre à phosphore seroient toutes un peu trop petites, et s'éloigneroient encore davantage de celles de l'eudiomètre à gaz hydrogène.

Le Comte C. Il suit de ces observations qu'il est très difficile de déterminer au juste la quantité d'oxigène contenue dans une portion d'air, et que l'eudiométrie est encore susceptible de quelques degrés de perfection.

Mr. de T. Permettez moi une objection contre l'eudiomètre à phosphore. Dans l'eudiomètre à gaz hydrogène l'opération se fait subitement; dans l'autre elle n'est terminée qu'environ dans huit heures, et si pendant ce tems l'état du thermomètre et du baromètre change, les indications de l'eudiomètre à phosphore ne peuvent pas être justes.

Mr. de P. Assurément; mais le calcul corrige l'erreur, en tenant compte des différences de température et de l'élasticité de l'air entre le commencement et la fin de l'opération, puisque nous savons au juste de combien une portion d'air change de volume par chaque degré du thermomètre et par chaque ligne de la hauteur du baromètre. Ces petits calculs sont, à la vérité, un peu incommodes; mais le Physicien s'y soumet volontiers pour obtenir des résultats plus satisfaisants.

Mr. de V. Vous nous avez appris il y a quelques jours que la limaille de fer humectée enlève à l'air atmosphérique tout son gaz oxigène. Ne pouroit-on pas en faire une substance eudiométrique?

Mr. de P. Cela n'est pas douteux. Mais outre

que l'opération est lente, elle seroit sujette à quelques petites difficultés d'exécution qui peut-être en dégouteroient les Physiciens. C'est ce qui m'a engagé à ne pas la proposer. — Mais avançons en matière.

Nous venons de traiter l'Eudiométrie rélativement à la proportion des deux principes constituants de notre atmosphère. Mais cette partie de notre science mériteroit bien peu son nom si nous négligions les substances accessoires qui se trouvent dans cet océan d'air si nécessaire à la vie, et dont l'influence sur notre santé est si marquée. Ces substances sont *la vapeur d'eau*, *l'acide carbonique* et certains composés inconnus de plusieurs gaz, nommés *miasmes*, qui causent des maladies épidémiques.

L'air atmosphérique doit contenir une certaine quantité de *vapeur d'eau* c. à. d. doit être humide jusqu'à un certain degré pour avoir le maximum de salubrité. S'il en a moins il est trop sec; la respiration se fait plus difficilement soit par le poumon soit par la peau; et en outre il dessèche ces deux organes et toute notre machine organique, qui se trouve par là gênée dans toutes ses fonctions. Ce défaut se fait sentir dans les maladies du poumon, où cet organe déja affoibli souffre doublement de ce défaut d'humidité. On l'observe sur tout dans le Nord pendant les grands froids qui font geler la plus grande partie de l'eau atmosphérique. Aussi ai-je eu souvent l'occasion de conseiller avec succès d'humecter les chambres de pareils malades en y suspendant des nappes imbibées d'eau dont l'évaporation fournit à l'air ce qui lui manque d'humidité, procédé qui ne seroit peut-être pas moins salutaire dans

les pays chauds exposés au vent dessèchant nommé sirocco.

Mr. de G. Ah! Ah! Nous vous surprenons, mon cher ami, à faire le Médecin et découvrons enfin la source de vos sarcasmes contre vos confrères!

Mr. de P. (*riant.*) J'espère vous donner encore plusieurs fois l'occasion de faire cette remarque, douce vengeance que je me procurerai le plus souvent possible. Voyons à présent quel est le dommage d'un air trop humide. J'observe d'abord que la grande humidité favorise trop l'action du gaz oxigène sur le poumon et le fatigue par conséquent. Comme en outre la respiration du poumon et de la peau doit enlever une certaine portion d'eau de notre corps et que cette opération ne peut se faire qu'en tant que l'air qui entre dans le poumon et celui qui couvre notre peau peut se charger d'humidité, il est clair que cette partie du procès vital ne peut pas se faire par un air déja surchargé d'humidité, qui a le troisième défaut de déposer son superflu d'eau dans nos habits, eau qui pénètre bientôt jusqu'à la peau où elle trouve une température supérieure à celle de l'atmosphère qui la fait évaporer....

Le jeune de L. Et comme l'évaporation de l'eau enlève de la chaleur, voilà comment l'air trop humide nous fait prendre du froid, produit les catharres, les rhumatismes, la goute et les fièvres.

Mr. de G. J'attends avec impatience le remède contre ce mal. Ce sera surement un alkali caustique ou de l'acide sulfurique bien concentré qui nous rendra ce service.

Mr. de P. Assurément si vous êtes assez riche pour

fournir chacune de vos chambres de 30 ou 40 livres de ces réagens par jour. Mais comme tout le monde ne l'est pas, je propose de chauffer médiocrement les chambres de malades, et quant aux personnes qui se portent bien et sont de bons promeneurs comme vous l'êtes, mon cher, je leur conseille de vous imiter, de faire chaque jour une ou deux tournées d'une boune heure qui les mette en transpiration et chasse par là les humeurs que l'air trop humide n'enlève pas à notre corps.

Mr. de G. Quelle finesse! Me voilà gagné à votre parti, puisque vous louez mes promenades.

Mr. de T. Mais quels moyens avons-nous pour mesurer les degrés d'humidité de l'air.

Mr. de P. Permettez moi de remettre ce sujet à demain où je le traiterai sous un point de vue plus général. Parlons de *l'acide carbonique* que la Nature produit en si grande abondance par la respiration de tous les animaux, par la putréfaction des matières végétales et animales et que nous produisons nous mêmes par la combustion de tant de matières inflammables et par tant de procès chimiques nécessaires à bien des arts, tels que ceux du chamoiseur, du brasseur, du faiseur d'eaux de vie etc. Ce gaz est tellement nuisible à la santé que l'air atmosphérique devient absolument mortel lorsqu'il en contient 5 p. c. en volume; il l'est d'autant plus qu'il se compose dans la plupart de ces procès aux dépends de l'oxigène atmosphérique dont il remplace exactement le volume.

Mde. de L. Votre acide carbonique est un violent poison, et pourquoi la Nature le produit-elle en si grande abondance?

Mr. de P. Je me réserve, madame, pour le tems où nous traiterons la Physique de la terre, à répondre à cette importante question, réponse qui justifiera la Providence et vous donnera une raison de plus d'admirer sa sagesse et sa bonté infinies. Pour le moment cherchons les moyens de mesurer la quantité de ce gaz dans une portion donnée d'air atmosphérique. On a imaginé plusieurs de ces moyens, dont quelques uns sont très compliqués. Permettez moi de me borner à celui qui me paroit en même tems le plus simple et le plus sûr. Il est composé d'un petit ballon A (fig. 8.) d'un long tube ab et d'une boule B, plus petite que le ballon. Le ballon A a environ 4 pouces et le tube 3 lignes de diamètre. Celui-ci porte l'échelle dont chaque degré correspond à $\frac{1}{1000}$ du volume intérieur du ballon A et du tube; et ce degré a environ 5 lignes de hauteur, en sorte qu'il se partage en 10 parties égales, dont on peut encore assigner facilement le cinquième; ce qui fait qu'à la rigueur on peut observer l'absorption qui aura lieu jusqu'à $\frac{1}{5000}$ du volume total du gaz renfermé.

Mr. de L. Voilà de nouveau une exactitude insupportable.

Mr. de P. Votre expression est vraie à la lettre, aucune expérience sur les gaz ne supportant une telle exactitude, vû que les plus petits changemens de température presque inévitables produisent des erreurs plus considérables. Vous savez qu'un degré R. de chaleur de plus ou de moins augmente ou diminue d'environ $\frac{47}{10000}$ le volume d'un gaz, ce qui fait plus d'un millième pour $\frac{1}{4}$ de degré. Aussi n'observé-je que les dix millièmes et j'ai la précaution de ne pas

toucher l'instrument avec la main, mais au moyen des deux manches D et D. Pour me servir de cet instrument je remplis d'eau à la température de l'air le petit ballon A et le tube; puis je fais écouler l'eau qui fait place à l'air atmosphérique qui doit être examiné et qui entre par une ouverture d qui se ferme en suite à vis. Je suspends alors l'instrument pendant environ trois heures pour que l'air renfermé prène à coup-sûr la température de l'air extérieur et se charge d'humidité autant que possible. Pendant ce tems je remplis la boule B d'une solution de baryte, alkali puissant qui s'empare aisément de l'acide carbonique, et après m'être bien assuré que le tout a précisément la température de l'air ambiant je visse la boule B au long tuyau par le moyen des viroles c et b. Alors je saisis l'instrument par les deux manches D et D et le renverse pour faire couler l'eau de baryte dans le ballon A et monter l'air du ballon dans la boule B, et je secoue le ballon A pour y mêler l'air qu'il contient avec l'eau de baryte, après quoi je rammène de nouveau l'eau de baryte dans la boule B. Pendant cette opération, que je répète trois fois, on voit la baryte combinée avec l'acide carbonique se précipiter et donner à cette eau une légère teinte blanche. Cela étant fait, je prépare une cuvette pleine d'eau de même température que celle de l'air ambiant et j'y plonge la boule B jusqu'au dessus de la virole b et je dévisse la boule. A l'instant l'eau de la cuvette monte dans le tube que j'enfonce dans la cuvette jusqu'à ce que l'eau se trouve dans l'un et l'autre au même niveau. Le degré marqué par ce niveau indique la quantité de gaz acide carbonique qui se trou-

voit dans l'air. J'ajoute que au moment où l'on visse la boule B au tuyau et au moment où on la dévisse on doit observer le baromètre pour s'assurer que sa hauteur n'a pas changé pendant cet intervalle, ou pour faire la correction nécessaire si elle a changé.

Mde. de L. Voilà bien des précautions!

Mr. de P. Aux quelles j'en ajoute encore une pour les cas où l'on auroit un autre gaz que l'air atmosphérique à examiner de cette manière. Je suppose ce gaz contenu dans la cloche E, qui a à son extrémité supérieure une virole percée à vis et munie d'un robinet g pour recevoir le bout d'un tube élastique, dont l'autre bout se visse sur la virole d du petit ballon. Avant d'établir cette communication on remplit d'eau le ballon A et le tube a b, et l'on en ferme le bout b avec la vis f. Cela étant fait, c. à. d. le gaz étant dans la cloche, le tube élastique étant rempli de ce gaz et l'instrument plein d'eau, l'on visse le tuyau élastique à la virole d, on plonge le bout inférieur du tube a b dans l'eau, on ouvre le robinet g et on enfonce la cloche dans sa cuvette pour forcer le gaz à s'écouler dans l'instrument, ce qui se fera à l'instant où l'on ouvrira sous l'eau le bout c du tuyau a b. L'emplissage étant consommé on referme de nouveau le bout b, à fleur d'eau, on débarasse l'instrument du tuyau élastique et on ferme vîte la virole d. L'instrument étant ainsi rempli, on opère sur ce gaz de la même manière que sur le gaz atmosphérique.

Mde. de L. J'ai écouté la description et l'usage délicat de cet instrument avec beaucoup d'attention, mais aussi avec beaucoup d'impatience de savoir com-

bien l'air contient d'acide carbonique, de ce poison dont il ne faut que cinq pour cent pour nous étouffer.

Mr. de P. (*souriant.*) Vous allez vous étonner, madame, vous effrayer même d'apprendre que l'air de nos chambres habitées, celui de votre chambre où nous respirons actuellement, en contient plus d'un pour cent, et l'air atmosphérique, le plus pur que j'aie soumis à cet examen $\frac{57}{10000}$. Aussi Davy nous a-t-il appris qu'un homme consume en vingt quatre heures $26\frac{1}{3}$ pieds cubes anglois ou $21\frac{2}{3}$ pieds cubes de France de gaz oxigène, ce qui fait près d'un pied cube par heure, et produit précisément autant de gaz acide carbonique. Mais ce qui vous paroitra énigmatique, c'est que ce gaz, beaucoup plus pesant que l'air atmosphérique, se trouve dans l'atmosphère à toutes les hauteurs où l'on soit encore parvenu, soit sur les montagnes couvertes de neiges éternelles, soit dans le ballon aérostatique.

Le jeune de L. Ce sont les vents qui mêlent ce gaz à l'air des régions supérieures.

Mr. de P. Ils y contribuent assurément par ce que lors qu'ils soufflent sur une chaine de montagnes il font monter l'air inférieur dans les régions supérieures. Mais l'affinité physique a sa bonne part à ce phénomène en ce qu'elle fait marcher ce gaz directement de bas en haut.

J'ai été un peu prolixe dans la description des appareils eudiométriques; mais mon aimable auditoire me pardonnera ces longueurs en faveur de l'intérêt vif que l'on doit prendre à la connoissance de la salubrité de l'air et par ce que les opérations que j'ai décrites donnent une idée des précautions à prendre dans les

opérations chimiques où l'on a à faire à des gaz. Il ne me reste plus qu'à vous parler des *miasmes*, de ces gaz inconnus, produits de la putréfaction, à qui nous devons tant de maladies contagieuses. Un des plus grands mérites du célèbre Guyton-Morveau est d'avoir trouvé le moyen de les détruire, au moins dans nos chambres, en y faisant évaporer de l'acide muriateux (l'ancien acide muriatique oxigéné). Pour cet effet l'on n'a pas besoin d'appareils compliqués ; il suffit de la recette suivante due à Grindel, chimiste livonien très estimé. On prend du sel commun et du peroxide de manganèse que l'on a en quantité dans le commerce. On les pulvérise et les mêle en portions égales. Puis on verse sur le mélange de l'acide sulfurique. Il se dégage sur le champ une fumée blanche qui est l'acide muriateux. Pour le répandre dans l'air des chambres il suffit de s'y promener, le vase qui contient les ingrédients à la main, et on continue la promenade jusqu'à ce que les malades ou d'autres personnes commencent à sentir l'odeur de cet acide, et pas plus longtems, par ce qu'une trop grande quantité de cet acide attaqueroit les poumons et causeroit des toux dangereuses.

Le Comte C. J'ai beaucoup entendu parler de ces fumigations de Morveau, et, si je ne me trompe, on a prétendu qu'elles sont inéficaces.

Mr. de P. C'est une accusation de quelques médecins qui ne voulent guérir qu'en faisant avaler des drogues et qui se réfute par cent expériences. J'ai moi-même employé ces fumigations avec succès dans un hopital horriblement infecté et dans ma propre maison, dans les tems malheureux de la débâcle de l'armée fran-

çoise en Russie. Il est vrai que quand un hopital a été exposé pendant des semaines et des mois à l'infection, le procédé ordinaire n'est plus suffisant, par ce que les parois, les meubles, les lits, les habits sont pénétrés du miasme. Dans un cas pareil il faut placer les malades dans une autre chambre et dégager dans celle qui est infectée une grande quantité d'acide qui pénètre tout, et cela pendant deux ou trois jours, en suite ouvrir porte et fenêtres pendant vingt quatre leures pour y ammener de l'air frais; et ce n'est qu'alors qu'on doit y établir de nouveau les malades qu'on préservera pour la suite aisément par les fumigations ordinaires répétées deux fois par jour. C'est un crime de priver l'humanité d'un remède efficace dans une calamité publique sur la foi de quelques expériences dues à la maladresse.

Cette découverte de Morveau nous permet de présumer que les miasmes putrides sont en partie de nature alkaline puisque l'acide muriateux les néutralise. Ils sont peut-être des composés de gaz ammoniac, d'hydrogène carboné et de quelque autre gaz ou vapeur de ce genre, composés qui perdent apparemment leur nature maligne en perdant l'ammoniac. En effet on employe contre aux avec quelque succès d'autres acides volatils, même l'acide acétique.

Le Comte C. Veuillez, monsieur, nous dire comment se produit l'acide muriateux dans le procès cité de Grindel.

Mr. de P. L'acide sulfurique décompose le sel marin en s'emparant de sa soude. Cette opération produit une chaleur suffisante pour forcer le peroxide de manganèse d'abandonner une partie de son oxigène à

l'acide muriateux hydrogéné qui se dégage par la décomposition du sel. Cet oxigène s'empare de l'hydrogène de l'acide muriateux hydrogéné pour former de l'eau et en fait par là de l'acide muriateux pur.

Le Comte C. Voilà la première application que vous faites de la nouvelle théorie de l'acide muriatique.

Mr. de P. Qui aura l'honneur de terminer notre soirée.

Soixante troisième entretien.

Me. *de L.* Nous donnerez-vous aujourd'hui la description de beaucoup de nouveaux instrumens bien compliqués?

Mr. de L. Si cela vous fait plaisir, monsieur de P. est tout prêt à satisfaire votre envie.

Mde. de L. Que je n'ai nullement.

Mr. de P. Je m'en suis aperçu hier et je conçois, madame, que la vue des instrumens et leur usage sont incomparablement plus agréables que de sèches descriptions. Aussi je vous promets de ne pas les multiplier sans nécessité.

Mde. de L. Les résultats sont proprement ce qui nous importe de savoir.

Mr. de P. D'accord; mais les moyens d'arriver à ces résultats, la finesse, l'esprit, le mérite qu'il y a dans l'invention des appareils, sont des choses qui ont aussi quelque droit à votre intérêt.

Mde de L. Eh bien! décrivez, dessinez vos instrumens; je sens que c'étoit une foiblesse de ma part de vouloir vous gêner à cet égard.

Mr. de P. Votre bonté, madame, ne peut que

m'engager à ne jamais abuser de votre complaisance, et je vais commencer par un sujet que nous pourrons traiter sans parler d'instrumens, et ce sujet est *l absorption de gaz par l'eau*, absorption que vous connoissez déja en partie.

La chaleur et la diminution du poids de l'atmosphère dégagent les gaz condensés dans l'eau et les autres liquides, et ce dégagement atteint son maximum lorsqu'on réunit l'action de la pompe pneumatique à celle de la température de l'ébullition. Au reste nous n'avons aucune certitude qu'une portion d'eau soumise à cette double action soit entièrement privée d'air.

Le jeune de L. Il s'ensuit que, si l'on abaisse la température de l'eau ou d'un liquide quelconque, le liquide doit absorber plus de gaz qu'à la température moyenne.

Mr. de P. Assurément et les fabricateurs d'eaux minérales travaillent tonjours à la plus basse température possible pour imprégner leurs eaux de la plus grande quantité de gaz acide carbonique ou autre.

Mr. de T. La Mécanique se permet de demander si une compression plus forte que le poids ordinaire de l'atmosphère ne force pas l'eau à recevoir plus de gaz.

Mr. de P. Assurément et le Physicien anglois Henry a trouvé à cet égard une loi bien remarquable et commode; c'est que (la température étant supposée ne pas changer) l'eau admet sous toutes les pressions le même volume d'air que sous la pression simple de l'atmosphère.

Le jeune de L. Il paroit donc que la pression ne fait ici aucun effet.

Mr. de P. Pardon, mon cher. Au contraire, l'air comprimé se condense, comme vous savez, précisément en proportion de la pression et si l'eau absorbe toujours le même volume d'air sous différentes pressions, il est clair que la quantité d'air absorbé est en proportion de la pression.

Le jeune de L. Belle bévue que je faisois!

Le Comte C. Et la Chimie demande si l'eau absorbe tous les gaz également sous la même température et la même pression.

Mr. de P. Vous voilà, messieurs, en train de me catéchiser. Voyons jusqu'où j'ai appris ma leçon. Je réponds que chaque gaz est absorbé par l'eau sous différentes proportions. Le volume du gaz ammoniac est est 462 fois aussi grand que le volume de l'eau absorbante, celui de l'acide carbonique est égal à une fois le volume de l'eau, le gaz oxigène absorbé n'est que $\frac{1}{27}$ de ce volume, l'air atmosphérique $\frac{1}{36}$, le gaz azote $\frac{1}{64}$ et le gaz hydrogène $\frac{1}{66}$. Mais je dois vous observer que toutes ces proportions changent dès que l'on met en contact plusieurs gaz à la fois avec l'eau. Nous devons à Humboldt des expériences précieuses à ce sulet, dont voici les principaux résultats.

L'eau n'absorbe pas l'air atmosphérique dans les proportions des principes constituants de l'oxigène, au point que l'air contenu dans l'eau en a jusqu'à 32 p. c.

Le gaz oxigène pur, mis en contact avec de l'eau déja saturée d'air atmosphérique, expulse une partie (plus de la moitié) du gaz azote. Par contre le gaz

azote pur expulse de la même eau environ un tiers du gaz oxigène contenu dans cette eau.

Le gaz hydrogène, mis en contact avec de l'eau saturée d'air atmosphérique, n'expulse aucun des principes constituants de cet air et n'est que très peu absorbé. Son absorption fait à peu près $\frac{1}{24}$ de celle du gaz oxigène et $\frac{1}{5}$ de celle du gaz azote.

Si l'on offre à de l'eau pure des gaz mêlés, l'absorption du mélange est toujours plus grande que la somme des absorptions de chacun des gaz séparés.

Enfin les sels solubles mêlés à l'eau imprégnée d'air atmosphérique dégagent une partie de cet air et celui qui y reste contient plus d'oxigène que celui que les sels en ont expulsé.

Chacun de ces résultats prouve que *l'absorption des gaz par l'eau est produite par l'affinité physique de l'eau pour les gaz.* Car si c'étoit une opération mécanique, il n'y auroit point de différences dans les quantités de ces absorptions que celles qui pourroient résulter de la densité, en sorte que les plus denses seroient le moins absorbés. Nous voyons au contraire que les moins denses le sont le moins.

Le Comte C. Et l'on doit conclure de toutes ces expériences qu'il est impossible de conserver pur un gaz en contact avec l'eau.

Mr. de P. Comme avec le mercure; car le mercure, de même que l'eau, contient de l'air atmosphérique qui y joue un rôle semblable à celui de l'air. Mais que direz-vous, monsieur le Comte, si je vous annonce que les corps solides qu'on nomme poreux absorbent aussi les gaz, comme les liquides?

Le Comte C. La Nature est si riche en faits surprenants qu'il ne faut presque plus s'étonner de rien.

Mr. de P. Le charbon de bois possède cette propriété à un degré à un degré si éminent que plusieurs Physiciens, Fontana le premier, Morozzo, Rouppe, Norden, Théodore de Saussure et moi, s'en sont occupés. Mais les résultats varient considérablement de l'un à l'autre pour le même charbon, et le même gaz. Cela vient de ce que tous ces Physiciens ont mesuré la quantité du charbon emploié par volume. J'avois d'abord commis la même faute, non par imitation, car je ne connoissois pas les expériences de Fontana et de Morozzo (les seules antérieures aux miennes) lorsque je commencai à traiter ce sujet, mais par ce que c'est la méthode qui se présente la première. Or cette méthode est fautive par deux raisons; l'une est que l'on n'a pas deux morceaux de charbon de même bois à volume égal qui aient le même poids, leur soi-disante porosité variant très fort. La seconde est que pour observer cette absorption il faut faire rougir le charbon jusqu'à ce qu'il cesse de produire une flamme bleuâtre, qui, tant qu'elle a lieu, indique encore une décomposition d'eau par le charbon et la chaleur. Aussi ne nommé-je *charbon pur* que celui qui a subi cette épreuve. Pour ces expériences on plonge le charbon ainsi préparé dans du mercure afin de le réfroidir sous le moindre contact de l'air possible et on le fait passer au travers du mercure dans une cloche graduée qui contient le gaz qu'il doit absorber, ou dans une cloche qui contient du mercure et dans la quelle on introduit en suite le gaz par mesures. Or vous voyez que, l'orsqu'on chauffe

jusqu'à l'incandescence le charbon ordinaire pour en faire du charbon pur, il perd non seulement en poids, mais aussi en volume, et qu'il est impossible de mesurer son volume avec quelque exactitude pendant qu'il est incandescent. Ces raisons m'ont décidé à mesurer la quantité de charbon au poids.

Le Comte C. Ceci me paroit encore plus difficile que d'en le mesurer le volume, par ce qu'il doit se réfroidir sur la balance et absorber de l'air atmosphérique.

Mr. de P. Aussi ai-je imaginé un autre procédé. J'ai pris un charbon tel quel, purifié par le feu et incandescent et l'ai employé sur le champ. La chaleur ayant réduit presque à rien l'air qui se trouvoit dans ses interstices, l'immersion dans le mercure a rempli de mercure tous ces interstices devenus vides par le réfroidissement, et lorsqu'on retire le charbon on le trouve dix, vingt fois plus pesant qu'auparavant; et plongé dans le gaz qu'il doit absorber, on le voit perdre une petite partie de son mercure. L'opération étant faite (souvent elle dure jusqu'à 24 heures) je retire mon charbon encore chargé de mercure et le pèse exactement. Puis je le broye dans un mortier ayant soin de ne rien perdre du mercure; en suite je fais disparoître le charbon pulvérisé par l'action très modérée d'un soufflet et je pèse le mercure qui m'est resté; la différence de poids m'indique au juste le poids du charbon que j'ai employé. Mes résultats sont que 100 grains (poids médicinal de Nuremberg) de charbon pur de bouleau absorbent:

Gaz ammoniac	$10\frac{97}{100}$ pouces cubes
— acide carbonique . .	$4\frac{1c}{100}$
Deutoxide d'azote . . .	$2\frac{85}{100}$
Air atmosphérique . . .	$1\frac{85}{100}$
Gaz oxigène	$1\frac{66}{100}$
— azote	$1\frac{31}{100}$
— hydrogène	o

Mde. de L. Ainsi le gaz hydrogène n'est point du tout absorbé par le charbon?

Mr. de P. Au moins pas du tout par le charbon de bouleau, et plus que vraisemblablement par aucun charbon. C'est un des principaux points où je diffère de tous mes collègues. Th. Saussure par ex: trouve une absorption d'hydrogène égale à un peu moins d'un cinquième de celle du gaz oxigène; ce qui feroit dans mes expériences à peu près $\frac{1}{3}$ d'un pouce cube. J'obtiens à la vérité quelque absorption de gaz hydrogène, lorsque ce gaz n'est pas pur; mais lorsque j'employe du gaz absolument pur aucune absorption n'a lieu.

Le Comte C. Comment obtenez-vous du gaz hydrogène absolument pur? Il me semble qu'il est impossible de purifier parfaitement aucun gaz.

Mr. de P. A l'exception du gaz hydrogène et c'est le charbon pur qui m'en a fourni le moyen. Il suffit pour cela de placer un charbon pur dans ce gaz. Tout autre gaz mêlé accidentellement à l'hydrogène se trouve par là absorbé avec une petite quantité de gaz hydrogène. Si en suite on met ce gaz purifié en contact avec un nouveau morceau de charbon pur on n'observe aucune absorption. Ce qui explique parfaitement la dif-

férence des résultats entre mes expériences et celles des autres Physiciens.

Le Comte C. Mais comment vous êtes-vous assuré que les gaz accidentellement mêlés au gaz hydrogène sont totalement absorbés par le charbon?

Mr de P. Par des expériences directes, en mêlant au gaz hydrogène purifié d'autres gaz, de l'oxigène, de l'azote, de l'acide carbonique etc. aussi purs que possible en proportions connues, et en effectuant l'absorption par le charbon pur. Le résidu a été constamment du gaz hydrogène pur, aucun réagent n'ayant pu opérer la moindre absorption sensible.

Et le résultat de ces expériences a été que lorsqu'un mélange de plusieurs gaz est exposé à l'absorption du charbon pur, cette absorption est plus grande que la somme des absorptions individuelles des gaz simples pris à part. Ce qui se confirme par l'absorption de l'air atmosphérique, comparée à celle du gaz oxigène, et azote pris à part, et s'explique par la loi que nous avons observée plus haut que lorsque deux substances ont affinité pour une troisième, l'affinité de leur mélange est toujours plus grande que la somme des affinités des deux prises à part. Ici nous voyons même le gaz hydrogène, qui n'a aucune affinité pour le charbon pur, s'absorber par ce même charbon dès qu'il est mêlé à un autre gaz. Et plus le mélange des deux gaz est intime, plus le surplus d'absorption est grand. Le gaz ammoniac nous en fournit un exemple frappant. Composé en plus grande partie de gaz azote qui a peu d'affinité pour le charbon pur et d'hydrogène qui n'en a

aucune, son absorption est plus de 8 fois aussi grande que celle de l'azote pur.

Il suit de tout ce que nous venons de voir concernant l'absorption des gaz par le charbon que cette absorption a beaucoup d'analogie avec l'absorption des gaz par l'eau, et je suis même tenté de croire que l'eau n'absorbe nullement le gaz hydrogène; car si nous considérons que cette absorption dans les expériences de Humboldt est si petite, nous devons la mettre sur le compte de l'impureté du gaz hydrogène qu'il a employé.

Le Comte C. Cette découverte d'une méthode si simple de purifier le gaz hydrogène devroit être employée dans les expériences avec l'eudiomètre de Volta.

Mr. de P. C'est par des expériences de ce genre que j'ai découvert la vraie pesanteur spécifique du charbon.

Le jeune de L. Qui est égale à celle du diamant.

Mr. de P. Précisément. J'avois une portion très exactement mesurée de gaz hydrogène pur dans un tube sur du mercure. J'y fis monter un moreau de charbon pur et ardent en le faisant passer au travers du mercure. Le tout étant revenu à la température primitive j'ai soulevé le charbon jusqu'au dessus du mercure et ai appris par là le volume que le charbon (le mercure qu'il contenoit y compris) déplaçoit. En suite j'ai retiré, pesé et trituré le charbon pour en séparer le mercure. J'ai appris par là le poids du charbon et du mercure qui occupoient le volume observé. En calculant le volume qu'occupoit le mercure j'ai obtenu celui du charbon, dont le poids m'étoit également connu et la suite

de ce calcul m'a donné presque $3\frac{1}{2}$ pour la vraie pesanteur spécifique du charbon de bois de bouleau.

A présent, messieurs, que pensez-vous de ces absorptions? Sont-ce des opérations de l'affinité, ou bien sont-ce des locations mécaniques des gaz?

Mr. de R. Les quantités de ces absorptions étant si différentes les unes des autres, il est clair, que c'est l'affinité qui produit ces phénomènes.

Le Comte C. Mr. de G. Le jeune de L. Mr. de V. Nous sommes tous de cet avis.

Mr. de L. Vous donnez, messieurs, dans un piège.

Mr. de P. Que je n'ai pas tendu. Je suis du même avis que ces messieurs et je pourrois vous fournir encore bien des preuves que c'est le vrai, si je ne croyois pas vous intéresser d'avantage en vous parlant de la vertu antiseptique du charbon pur.

Mde. de L. Qu'est-ce que cette vertu?

Mr. de P. Celle d'empêcher la pourriture. Depuis des siècles on savoit en France et en Italie que, lorsqu'on fait la soupe avec de la viande déja un peu suspecte de pourriture, on lui enlève sur le champ l'odeur en y jettant quelques charbons ardents. qu'on retire en suite. Le célèbre Lowitz de Pétersburg a traité ce sujet en Chimiste et a prouvé que le charbon pur désinfecte non seulement la chair mais aussi l'eau puante, l'eau de vie de mauvais gout, et les décolore même lorsqu'elles sont teintes par des matières putrides et autres. Cette propriété très salutaire du charbon pur sert même en Médecine non seulement pour les playes, mais aussi dans les cas d'haleine puante.

Mde. de L. Dieu merci que je ne suis pas dans ce cas! car je trouve que c'est une cure un peu héroïque que d'avaler des charbons ardents. J'imagine qu'elle exige une forte résignation.

Mr. de R. C'est un tour de force que je me soucierois peu d'apprendre.

Mr. de P. Que vous apprendriez sur le champ pour peu que je voulûsse vous en prier.

Mr. de R. Je vous assure bien le contraire.

Mr. de P. Voici le secret. On prend des charbons ardents, on les pile rapidement dans un mortier, où ils se réfroidissent sur le champ et on les avale avec un peu d'eau, ou bien on les enferme bien soigneusement dans de petites bouteilles pour s'en servir dans l'occasion.

Mde. de L. (*riant.*) Pourquoi m'avez vous laissée croire qu'il faut avaler des charbons ardents?

Mr. de P. C'est monsieur de R. qui en est cause. Sa bravoure m'a interrompu. Mais cet usage du charbon pur a encore une autre utilité bien plus importante. Berthollet a proposé de l'appliquer à la conservation de l'eau douce sur mer. Son procédé consiste à charbonner l'intérieur des tonneaux dans les quels on conserve l'eau, et l'excellent Krusenstern, le premier navigateur russe qui ait fait le tour du monde, a fait le premier cet essai et rammené après un voyage de 3 ans, deux tonneaux d'eau de la Newa qui s'est trouvée encore potable; ce qui prouve assurément beaucoup en faveur de ce procédé, l'eau de la Néwa étant l'eau encore potable la plus susceptible de pourriture que je connoisse.

Mr. de R. Ainsi voilà le grand problème de se

procuer de l'eau potable sur mer complettement résolu. Vive le charbon pur!

Mr. de P. J'ajoute: Vive sa propriété d'absorber les gaz, sur tout les gaz méphitiques et putrides! car c'est à cette propriété qu'il doit sa vertu antiseptique.

J'ai eu l'honneur de vous dire que plusieurs corps, de ceux qu'on nomme poreux, ont aussi la propriété absorbante. Nous devons au célèbre Théodore de Saussure quelques résultats intéressants sur différents bois, sur la laine, la soie, la chaux, le plâtre, l'écume de mer d'Espagne etc. Mais aucune de ces substances n'absorbe autant que le charbon de buis.

Puisque nous en sommes aux absorptions, passons à une autre espèce d'absorption, celle de l'eau par l'air, connue sous le nom *d'évaporation de l'eau.* Elle est infiniment plus importante et intéressante que l'absorption des gaz par l'eau et les corps solides. Car c'est elle à qui nous devons tous les phénomènes de notre atmosphère qui ont influence sur le beau et le mauvais tems, la sécheresse et l'humidité, la pluie, la neige, les orages et même la foudre. La *Physique de la terre* nous instruira de l'immensité de ces effets. Pour aujourd'hui nous en rechercherons les causes et les lois, de même que celles de l'opération opposée, de la *condensation des vapeurs.*

Mde. de L. Je me doute que cette matière sera difficile.

Mr. de P. Elle l'est en effet et je me sens réellement embarassé quant à la manière dont je dois vous la présenter.

Mde. de L. Les opinions des Physiciens varient apparemment sur ce sujet.

Mr. de P. C'est la moindre des difficultés. La plus grande est de concilier les faits nombreux qui y ont rapport, et dont on tire tant de conclusions diverses.

La première observation, que tout le monde a faite, est qu'une portion d'eau exposée à l'air s'évapore insensiblement. La seconde est que cette évaporation se fait d'autant plus lentement que l'air et l'eau sont plus froids. La troisième est que l'eau chauffée seule à une plus haute température que l'air s'évapore plus vîte, et le plus rapidement lorsque l'eau bout. Ce sont des faits connus de tout le monde. La Physique en ajouté de nouveaux dont quelques uns sont très surprenants.

Si l'on place un petit vase plein d'eau sous le récipient de la pompe pneumatique et qu'on fasse le vide, l'eau s'évapore à l'instant autant qu'elle peut s'évaporer dans l'espace fermé de la cloche. Et cette évaporation est précisément aussi grande que celle qui a lieu dans le même espace plein d'air.

Mde. de L. Ainsi il suit de là que l'air n'est pas nécessaire à l'évaporation.

Mr. de P. Précisément, d'autant plus que l'évaporation dans la cloche pleine d'air se fait très lentement, et dans la cloche vide d'air presque instantanément. Bien plus l'évaporation de l'eau produit, comme vous savez déja, une vapeur élastique. Eh bien! si l'évaporation a lieu dans un espace plein d'air, elle en augmente l'élasticité précisément d'une quantité égale à l'élasticité de la vapeur dans le vide, si les températu-

res sont égales dans l'une et l'autre expérience. Et cela a lieu pour toutes les températures.

Ainsi l'on doit juger que l'évaporation se fait non en vertu d'une action quelconque de l'air, mais par la chaleur. Dalton s'est rendu célèbre par plusieurs suites d'expériences nombreuses et délicates sur l'évaporation, dont l'une a pour but de trouver une formule qui donne la mesure de l'élasticité de la vapeur à chaque température. C'est celle des deux baromètres dont il a été question dans le chapitre de la chaleur à l'article de la vapeur.

Vous savez, madame, que les vapeurs se condensent par le froid, ce dont vous vous assurez tous les jours lorsque vous vous faites donner un verre d'eau froide dans votre chambre.....

Mr. de L. Qui n'est jamais froide.

Mr. de P. Et qui ne doit pas l'être pour cette expérience. Vous avez observé qu'alors la surface de votre verre se ternit par une infinité de très petites gouttes d'eau. Le vulgaire croit que l'eau du gobelet suinte autravers de la masse du verre. Mais cela n'est pas; c'est la vapeur d'eau contenue dans l'air qui se condense et forme ces gouttes microscopiques. Si vous observez la température de l'eau du gobelet avec un thermomètre, vous trouverez que cette température augmente petit-a-petit et que la vapeur condensée diminue et disparoit enfin longtems avant que la température de l'eau contenue dans le verre ait atteint le degré de celle de l'air ambiant.

Mde. de L. J'aurois cru que la vapeur ne dispa-

roitroit totalement que lorsque les deux températures, celle de l'eau et celle de l'air, seroient égales.

Mr. de P. Cela auroit lieu, madame, si l'air contenoit le plus de vapeur possible ; car alors la moindre différence de température devroit infailliblement condenser une partie de cette vapeur. Mais comme l'air contient de règle à peine un tiers de la vapeur qu'il peut contenir à sa température ordinaire, il faut un surcroit de froid très marqué pour le réfroidir au point où il ne pourroit plus contenir ce tiers de vapeur. Le célèbre Dalton s'est servi de ce phénomène avec beaucoup d'adresse pour trouver le degré d'élasticité de la vapeur contenue dans l'air, en observant à quelle température de l'eau dans le vase la vapeur de l'air commence à se condenser.

Mde. de L. Mais à quoi peut-il être utile de savoir qu'elle élasticité a la vapeur contenue dans l'air? Il me semble qu'il seroit plus utile de savoir combien de vapeur l'air contient.

Mr. de P. L'un nous mène à l'autre. Dalton a prouvé que la quantité de l'évaporation dans l'air est toujours proportionnelle à l'élasticité de cette vapeur. Si donc nous savons combien de vapeur un pied cube d'air peut contenir à une température donnée, vous voyez que nous trouverons la quantité de vapeur contenue dans l'air lorsque cette quantité sera au dessous du maximum, et cela par la connoissance de l'élasticité de cette vapeur.

Mde. de L. Je vous comprends. Mais avouez aussi que tout cela est bien fin, bien recherché.

Mr. de P. Mais vous conviendrez aussi, madame,

qu'il n'en doit pas couter peu de peine aux Physiciens pour deviner la Nature dans ses opérations (aussi délicates qu'immenses) qu'elle nous offre dans l'océan de notre atmosphère, où tout se fait presque insensiblement. Permettez moi d'ajouter que le célèbre Saussure, père, a déterminé le maximum de la quantité de vapeur contenue dans un pied cube d'air, sous une pression barométrique de 27 pouces et une température de 15 degrés R., et trouvé qu'elle est égale à 11 grains, poids de France, et que son élasticité est égale à une hauteur barométrique de $5\frac{3}{4}$ lignes. Des recherches ultérieures ont depuis fixé le poids de cette vapeur à $12\frac{1}{4}$ grains.

Mde. de L. Voilà bien des faits qui tous prouvent que nous devons l'évaporation à la chaleur et la condensation de la vapeur au froid. Mais avant que vous en augmentiez le nombre (car je crains que ma pauvre tête ne puisse plus les contenir) veuillez nous expliquer ces phénomènes.

Mr. de P. Très volontiers, madame. Je ne puis mieux faire que de me soumettre en tout point à vos volontés.

L'acte de la vaporisation de l'eau et des liquides n'est pas autre chose qu'une dilatation qui surpasse toutes les bornes des dilatations connues dans les autres corps. Tous les faits que j'ai l'honneur de vous alléguer aujourd'hui prouvent que nous devons cette dilatation au calorique, et si vous voulez bien vous souvenir que la formation de la vapeur d'eau, soit à la température de l'eau bouillante, soit à une moindre température, consume une très grande quantité de chaleur,

qui reparoit dès que la vapeur se condense, il ne vous restera plus de doute sur ce point.

Quant à la dissémination de la vapeur dans l'espace, nous avons vu qu'elle se fait presque momentanément dans le vide, et avec une extrême lenteur dans l'air; ce qui s'explique par la résistance mécanique de l'air, qui n'a pas lieu dans le vide et n'apporte par conséquent aucun obstacle à l'expansion de la vapeur, mais qui a lieu dans l'air et retarde parconséquent l'expansion et par là la formation de la vapeur dans l'air.

Mr. de R. Je trouve cette théorie toute simple!

Mde. de L. Et moi de même. Pourquoi nous avez-vous donc effrayés en nous annonçant tant de difficultés?

Mr. de L. Pour être d'autant plus sur de notre attention. Ce n'est pas la première fois que monsieur de P. nous a joué un pareil tour.

Mr. de P. Vous vous trompez, Général, et me faites tort. Ce que je viens de vous présenter est à peu près l'explication que la plûpart des Physiciens françois donnent de la formation et de la condensation de la vapeur, assurant que cette théorie, application simple de celle du calorique, suffit pour expliquer tous les faits qui se rapportent à ces deux grands phénomènes. Mais moi, et beaucoup d'autres Physiciens, au nombre des quels il suffit de nommer Saussure le Père et De Luc, tout en adoptant la vérité des faits allégués, sommes d'un avis contraire. Je vous ai annoncé des faits surprenants et ceux que nous venons de traiter ne sont rien moins que cela; car au besoin on pourroit les déduire tous de la théorie du calorique. Il en est une

quantité d'autres que nous devons consulter avant de hazarder une théorie. Mais avant d'entamer cette matière épineuse permettez moi de vous parler des *hygromètres.*

Le Comte C. J'avoue que j'étois étonné de les voir comme oubliés.

Mr. de P. Le besoin de connoitre la quantité d'eau contenue dans l'atmosphère a fait inventer de bonne heure les hygromètres, et comme leur marche a beaucoup de rapport au beau et au mauvais tems, cet instrument se trouvoit autrefois presque par tout, mais sous des formes très variées. Presque toutes les substances organiques se dessèchent dans un air sec et deviennent humides dans un air humide. Elles perdent l'eau qu'elles contiennent ou attirent celle de l'atmosphère dans une certaine proportion, et il s'agit d'abord de rendre cette perte ou ce gain assez sensible pour obtenir des degrés, et en suite de déterminer la valeur de ces degrés. Le premier de ces deux problèmes se rapporte à la connoissance du beau ou du mauvais tems, de même qu'à la salubrité de l'air, le second au besoin du Physicien.

Un bout de corde de boyau ou toute autre substance végétale ou animale, contournée par la nature ou par l'art en forme de corde ou de fil, résout le premier problème. On fixe par ex: un morceau de corde de violon, long d'environ 2 pouces, par un de ses bouts perpendiculairement sur une petite planche, et l'on attache à l'autre bout une aiguille qui marchera par dessus un cadran divisé en un certain nombre de parties égales. Lorsqu'il fait humide la corde de violon se goufle et se

détord ce qui fait marcher l'aignille dans un sens. Lorsqu'il fait sec la corde se sèche et se retord, et l'aiguille marche dans le sens contraire.

Mr. de G. Et si l'on prolonge l'aiguille des deux côtés, et si l'on place sur l'un des bouts une petite dame avec un parasol et sur l'autre un petit monsieur en manteau avec un grand chapeau détroussé, et si l'on bâtit sur tout l'appareil une petite maison à deux portes par l'une des quelles la dame sort et par l'autre le monsieur, il est clair que nous apprenons par là le tems qu'il fait ou qu'il fera . . . .

Mr. de P. Si nous plaçons ce joujou à l'air libre et non, comme d'ordinaire, dans la chambre.

Mais passons au vrai hygromètre. Deux grands Physiciens, Saussure et De Luc s'en sont occupés avec le plus grand soin et se sont querellés avec quelque ardeur à ce sujet. C'est à ces deux Savans célèbres, tous deux Suisses de nation, que nous devons presque tout ce que nous savons sur l'Hygrométrie, qui semble n'avoir pu naitre qu'en Suisse. Chacun d'eux a inventé un hygromètre, et comme leur marche s'est trouvée très différente l'une l'autre on s'est disputé pour savoir le quel des deux a la vraie.

Mr. de G. Sera-ce le cas des deux voleurs qui se battent pour leur proie tandis que le troisième la leur enlève?

Mr. de P. Précisément. Mais n'anticipons pas. Je dois, avec la permission de madame de L., vous décrire ces deux instrumens; commençons par celui de Saussure. Ce que je vous dessine, A B D E (fig. 9.) est un cadre de laiton, haut de 10 à 12 pouces debout, sur trois pieds dont l'un est

en D et les deux autres en E. F est une pince fixée à la barre AE de sorte qu'on puisse la faire monter ou descendre à volonté au moyen d'une vis. Cette pince serre le bout d'un *cheveu* ab, fixé à la circonférence d'une légère poulie C et tendu par un petit poids G. La poulie porte une aiguille CI qui aboutit à un arc de cercle HL divisé en 100 parties égales. L'humidité allonge le cheveu et fait parconséquent marcher l'aiguille dans un sens; la sécheresse le raccourcit et fait marcher l'aiguille dans le sens opposé. Ainsi l'aiguille indique l'humidité en 100 degrés par les allongemens et les raccourcissemens du cheveu, le point H étant celui de la plus grande humidité et le point L celui de la plus grande sécheresse. On trouve ces deux points fixes en enfermant l'instrument dans une caisse ou cloche de verre où l'on fait évaporer de l'eau jusqu'à ce que l'aiguille n'avance plus. Puis on le retire, renouvelle l'air de la caisse, y place de nouveau l'instrument avec une bonne portion de chaux vive ou d'un autre alkali caustique, qui par son affinité pour l'eau dessèche l'air complettement. On y laisse l'instrument jusqu'à ce que l'aiguille n'avance plus. Cette détermination des points fixes dure plusieurs jours et exige beaucoup d'attention; et je dois vous observer encore que le cheveu doit subir une préparation pour devenir une bonne substance hygrométrique. Saussure le plonge pendant un certain tems dans une foible lessive de soude pour lui enlever sa graisse naturelle qui le rendroit moins sensible à l'humidité.

Le mécanisme de l'hygromètre de De Luc ne diffère pas essentiellement de celui de Saussure, quoique l'instrument soit beaucoup plus petit. Mais la substance

hygrométrique est à tous égards absolument différente. De Luc, qui, quoique Suisse, vivoit en Angleterre, l'a cherchée dans la mer. C'est une *lame de baleine* large d'environ $\frac{3}{4}$ de ligne, épaisse d'environ $\frac{2}{10}$ de ligne et longue de 3 à 4 pouces. Cette lame n'est pas prise sur la longueur, mais sur la largeur de la baleine, en sorte qu'elle offre un tissu de traverses fibreuses comme la figure que j'ai l'honneur de vous dessiner (fig. 10.) Ces fibres sont jointes par un gluten quelconque qui résiste à l'action chimique de l'eau quoiqu'il se gonfle par l'humidité et se resserre par la sécheresse.

Ces deux sujets hygrométriques diffèrent essentiellement l'un de l'autre par leur structure; aussi leur marche n'est-elle nullement harmonique, et De Luc prétend que tout sujet hygrométrique à fibres longitudinales ne vaut rien et qu'on ne doit employer que des fibres transversales.

Mde. de L Ce principe de De Luc est-il juste?

Mr. de P. Voici le moment de faire paroitre le troisième voleur, et ce troisième voleur c'est moi-même. De Luc reproche à l'hygromètre à cheveu d'avoir près du point de la plus grande humidité une *marche rétrograde*, en sorte qu'il se raccourcit quoique l'humidité augmente, défaut analogue à celui des thermomètres près du point de la congélation de la liqueur. Saussure n'a jamais pu disculper entièrement son instrument de ce défaut qui s'étend proprement sur toute l'échelle hygrométrique, comme celui des thermomètres. La baleine n'a pas ce défaut et c'est ce qui faisoit triompher De Luc. Mais d'un autre côté le cheven a sur la baleine le grand avantage d'une extrême sensibilité.

Le Comte C. J'avoue que je ne vois pas comment le cheveu peut avoir une marche rétrograde, quoique je conçoive qu'il puisse avoir une marche non proportionnée à la quantité d'humidité contenue dans l'air. C'est comme si un thermomètre devoit rebrousser chemin en s'échauffant davantage, ce qui me paroit impossible.

Mr. de P. De Luc n'a pas expliqué ce fait et s'est contenté de l'avoir constaté. Essayons de deviner l'énigme.

Le cheveu est un fin tube d'une masse qui ressemble beaucoup à la résine élastique, et s'il n'étoit composé que de cette masse, je ne concevrois pas non plus sa marche rétrograde. Mais il est en outre pénétré d'une espèce de gomme ou de gélatine qui est sensible pour l'humidité, très peu à de hauts degrés de sécheresse, très fort à de hauts degrés d'humidité. Ainsi le cheveu nous offre deux substances hygrométriques dans son tissu, dont l'une s'allonge apparemment avec régularité. L'autre par contre, semée dans toute la masse de la premiere, est susceptible d'une bien plus grande dilatation. Cette dilatation a lieu en longueur et en largeur, deux effets opposés l'un à l'autre, l'augmentation de diamètre produisant un raccourcissement. Imaginez que le cheveu soit à présent au plus haut degré de sécheresse et que l'air ambiant gagne petit à petit en humidité. Le cheveu s'allongera en vertu de l'action hygrométrique sur la résine élastique et se raccourcira de très peu en vertu de l'action de l'humidité sur la gélatine. Si ces deux actions croissoient suivant la même loi, alors la marche de l'instrument seroit régulière.

Mais comme l'effet de l'humidité sur la gélatine est presque insensible à de grands degrés de sécheresse et très fort à de grands degrés d'humidité, il est clair que la marche du cheveu doit être très irrégulière, et quiconque a observé de combien la colle et d'autres gélées se gonflent vers les derniers degrés d'humidité, concevra qu'à ces degrés le raccourcissement produit par le gonflement peut surpasser l'allongement.

Le Comte C. Je ne puis rien objecter contre cette explication; mais j'avoue qu'elle me paroit au peu recherchée.

Mr. de L. C'est une subtilité qui ne m'accommode pas non plus.

Mr. de P. Il faudra cependant, Général, que vous vous en accommodiez, et ce sera Saussure lui-même qui vous y forcera. Il raconte ingénûment que lorsqu'il lessive son cheveu trop fortement, il devient moins sensible pour l'humidité en même tems qu'il devient susceptible de s'allonger davantage; il dit en outre que le cheveu qui a été très longtems dans un air très sec devient également moins sensible (l'aiguille marche lentement) et que pour lui rendre toute sa sensibilité il faut le placer pendant une demie heure dans un air très humide.

Le Comte C. Cette dernière observation se rapporte parfaitement aux différents degrés de sensibilité de la gélatine selon qu'elle est déja plus ou moins humide. Mais je n'entrevois pas encore le rapport du premier fait avec l'explication.

Mr. de P. Le voici: La soude qui sert à dégraisser le cheveu a encore un autre effet; elle dissout la

gélatine et l'enlève en partie. Si on lui laissoit le tems de l'enlever toute, le cheveu ne subiroit plus de raccourcissement et l'échelle hygrométrique obtiendroit son maximum de longueur; et voilà pourquoi une trop forte lessive, ou une foible lessive appliquée trop longtems, produit une échelle un peu plus longue, mais diminue en même tems la sensibilité de l'instrument.

Le Comte C. Me voilà convaincu; mais qu'objectez-vous contre le sujet hygrométrique de De Luc?

Mr. de P. Qu'il est également composé de deux substances, la fibre et le gluten, dont chacune a apparemment sa marche hygrométrique différente de celle de l'autre et que parconséquent la marche totale est irrégulière. J'objecte en outre que cette marche est très lente et que cette lenteur dérange très fort le Physicien dans toutes les expériences où l'humidité de l'air à mesurer varie dans de courts espaces de tems.

Mr. de L. Vous nous avez promis une troisième substance hygrométrique de votre façon, et j'espère que vous tiendrez parole.

Mr. de P. Cette troisième est tout simplement *la soie.* Je substitue au cheveu de Saussure un fil non tordu composé d'une cinquantaine de fils simples de cocon. Comme chacun de ces brins est plus fin qu'un cheveu vous jugerez aisément que cet hygromètre doit être aussi sensible que celui de Saussure; et comme la soie n'est pas autre chose qu'un cylindre très homogène d'une seule et même matière, une espèce de résine élastique, sa marche doit être régulière ou du moins sujette à une loi constante. En effet je l'ai trouvée tenir un certain milieu entre celle du cheveu et

celle de la baleine. D'autres occupations ne m'ont pas permis de vouer à cet hygromètre un travail tel que Saussure et Gay-Lussac en ont voué à l'hygromètre à cheveu pour apprendre à connoitre par les degrés de cet instrument le degré d'élasticité et la quantité de vapeur contenue dans une portion d'air, travail nécessaire pour introduire ce nouveau sujet hygrométrique dans la classe des instrumens de Physique.

En attendant que je trouve ce loisir passons le reste de notre soirée à nous amuser. Madame de L. ne sera pas fâchée de cette proposition.

Mde. de L. Surtout si je me souviens que vous nous avez annoncé de grandes difficultés dans ce qui suivra.

Soixante quatrième entretien.

Mde. *de L.* Je vais concentrer mon attention le mieux que je pourrai pour comprendre la théorie si difficile de l'évaporation à qui nous devons tant de phénomènes importants de notre atmosphère.

Mr. de P. Les difficultés de cette théorie, madame, sont pour les Physiciens, pas pour vous. Je ferai de mon mieux pour vous offrir les théories ou plutôt les hypothèses que nous avons sur ce phénomène si important avec quelque de clarté. Mais le choix vous paroitra peut-être difficile.

Je commence par un phénomène singulier. Placez un hygromètre quelconque dans la vapeur de l'eau bouillante et qui a la température de l'eau bouillante. Tout sera transparent et l'hygromètre arrivera au maximum — de sécheresse.

Mr. de R. Cela est vraiment étonnant j'aurois cru au maximum d'humidité.

Mr. de P. Il en est de même pour tous les degrés de température, pourvu que l'espace fermé ne contienne pas d'air et pas plus de vapeur qu'il ne peut en exister à raison de la température. Nous

concluons de là qu'il peut exister beaucoup de vapeur dans un espace donné sans que l'hygromètre nous avertisse de son existence, et que la vapeur que cet instrument nous y annonce est celle qui s'y trouve au dessus de ce point; c'est pourquoi les Physiciens allemands nomment ce surplus *eau hygrométrique.*

Mr. de V. Pourquoi ne pas la nommer vapeur hygrométrique?

Mr. de P. Par ce que cette eau n'a plus la forme de vapeur parfaite, mais est en partie condensée et forme de très petites bulles dont l'enveloppe est de l'eau liquide. Quand ces bulles ont acquis un diamètre sensible elles obscurcissent l'air, forment les brouillards et les nuées.

Mr. de R. Ainsi les nuées sont des Millions, des billions, des trillions de petits balons aérostatiques.

Mr. de P. Assurément. Saussure les a observées avec soin sur la cime de ses montagnes, a trouvé qu'elles sont de différentes grosseurs et que les moyennes ont environ $\frac{1}{300}$ de ligne pour diamètre.

Mr. de R. Quelle finesse prodigieuse! Cela doit être intéressant à observer.

Mr. de P. Vous pouvez vous procurer ce plaisir chaque matin au moment où vous versez votre caffé bouillant dans votre tasse. Vous voyez s'en élever un brouillard. Eh bien! contemplez ce brouillard avec une loupe et vous distinguerez facilement ces petits ballons; vous les verrez monter et descendre et remonter, puis se dissiper dans l'air.

Mr. de T. J'avoue que ma Mécanique ne voit goutte à cela. Cette pellicule d'eau, quelque mince

qu'elle soit, est pourtant 800 fois plus pesante que l'air, et je me souviens très bien que les bulles de savon que je faisois dans mon enfance montoient d'abord par ce que l'air de mes poumons étoit plus chaud que l'air extérieur (c'étoient de vraies montgolfières) mais elles retomboient aussi dès que cet air qui les gonfloit s'étoit réfroidi. Comment de pareilles bulles peuvent-elles se soutenir dans l'air et cela à de grands hauteurs où la pesanteur spécifique de l'atmosphère est bien plus petite que dans nos régions inférieures?

Mr. de P. Vous me proposez un problème qui a paru longtems difficile à résoudre. Je crois pouvoir m'en tirer assez lestement. La vapeur qui se forme est, à l'instant de sa formation, au moment où elle quitte le liquide, un fluide élastique, homogène, aussi transparent qu'un gaz. Dès qu'elle arrive dans un milieu un peu plus froid elle se condense et il se forme des gouttes imperceptibles. Mais vous savez que la condensation de la vapeur produit une grande quantité de chaleur, dont une partie se perd au dehors de la petite goutte, l'autre produit de nouvelle vapeur dans son intérieur; ainsi ces petits ballons aérostatiques sont remplis de vapeur, c. à. d. d'un fluide élastique plus léger que l'air. Vous concevez par là que ces bulles ou petits ballons doivent pouvoir flotter dans l'atmosphère, et même qu'ils le pourroient à de bien plus grandes hauteurs que la région moyenne des nuages, puisque la pression que l'air exerce sur chacun d'eux diminue avec la densité et que parconséquent ces petits ballons augment en diamètre en s'élevant. Mais cette élévation les conduit dans des régions toujours moins chaudes, ce

qui fait que la vapeur se condense de plus en plus et qu'enfin ils doivent arriver à une région où ils ne peuvent plus monter. Si donc le milieu où ils se trouvent se réchauffe par quelque raison que ce soit, leur diamètre augmentera et chacun deux s'élèvera; si au contraire cette région se réfroidit, ils doivent se rétrécir et s'abaisser.

Mr. de T. M'y voilà et je conçois que, si le réfrodissement est assez fort pour condenser toute la vapeur de ces petits ballons, le nuage se répande en pluie.

Mr. de P. Ainsi vous imaginez, monsieur de T., que la pluie soit si facile à faire? Croyez-vous que les versées que les orages nous livrent si souvent soient expliqués par là? Ecoutons De Luc sur ce chapitre. Pendant un de ses voyages aux Alpes il se trouvoit un jour au sommet du Buet avec ses instrumens dans la région des nuées. Son thermomètre indiquoit 6 degrés R. au dessus de zéro; son hygromètre étoit à 33 degrés, ce qui annonçoit plus de sécheresse que nous n'en avons d'ordinaire pendant le beau tems dans la plaine. Le Ciel étoit clair et sérein. Tout-à-coup il se forme dans la région où il se trouvoit de gros nuages orageux qui versent une pluie si abondante qu'il arriva tout percé à son gîte. Et ce qui vous étonnera, c'est que son thermomètre ne lui avoit pas annoncé le moindre changement de température. Expliquerez-vous cette formation subite du nuage et de la pluie par la théorie de la chaleur?

Mr. de T. J'abandonne ce soin à qui voudra s'en charger.

Mr. de P. Passons à d'autres expériences. Prenons deux ballons de verre, l'un plein d'air très sec et l'autre plein d'air très humide mais de même élasticité, joignons leurs ouvertures par un robinet qui ferme tout accès à l'air extérieur, et plaçons les debout l'un au dessus de l'autre, l'air sec en bas. Au bout d'un certain tems il se trouvera que l'humidité s'est partagée entre ces deux portions d'air. Si dans l'un des deux ballons vous avez du gaz oxigène presque saturé d'humidité et dans l'autre du gaz azote presque sec, les deux gaz se mêleront et la vapeur passera de l'un des deux ballons à l'autre et se précipitera en partie sur les parois du ballon, quoique par ce mélange des deux gaz la température a du s'élever.

Autre fait: Je crois vous avoir parlé, à l'article de l'Eudiométrie, de l'amalgame qu'on emploie pour décomposer l'air atmosphérique. On voit pendant cette décomposition l'amalgame se mouiller et tracer les empreintes de cette humidité sur toutes les parois intérieures de la phiole dans la quelle on le secoue pour accélérer l'opération eudiométrique. Et cette décharge d'eau n'a pas lieu à raison d'un réfroidissement quelconque; car les mains de l'expérimentateur et la combinaison de l'oxigène avec l'amalgame doivent augmenter la température du gaz.

Le Comte C. Permettez moi de vous observer que, comme cette oxidation diminue la masse d'air, il est naturel que l'humidité, contenue auparavant dans cette portion d'air, ait été précipitée, le reste de l'air ne pouvant plus la contenir.

Mr. de P. Permettez moi d'ajouter à cette obser-

vation que, les 22 ou 23 p. c. d'oxigène étant absorbés, l'élasticité du gaz azote restant a diminué également de 22 à 23 p. c. et que parconséquent l'eau contenue auparavant dans le tout devroit se vaporiser complettement dans le résidu d'air, conformément à la loi de Dalton qui nous dit qu'un vide se remplit précisément d'autant de vapeur qu'un espace plein d'air à la même température ; ce qui doit vous paroitre évident par l'expérience de la pompe pneumatique.

Mde. de L. Qu'elle expérience entendez-vous ?

Mr. de P. Celle où, après avoir fait évaporer l'eau dans le vide, on fait rentrer subitement l'air. Il se précipite sur le champ de la vapeur sur la surface intérieure de la cloche, par ce que l'air qui entre apporte une portion considérable d'autre vapeur qui ne trouve plus de place, le vide d'air en contenant déja autant que l'espace plein d'air peut en contenir.

Le Comte C. Je n'avois pas songé à cela, et j'avoue que je ne conçois rien à cette précipitation de la vapeur par l'action de l'amalgame sur l'oxigène.

Mr. de P. Toutes les désoxidations de l'air atmosphérique produisent le même effet. Mais voici un autre fait non moins important. L'eau gelée, la glace en morceaux, s'évapore, perd très sensiblement en poids à une température de 15 à 20 degrés au dessous du point de congélation. Peut-on adjuger cet effet au calorique qui à la température de la congélation n'est pas en état de fondre un atome de glace, sur tout si l'on se souvient que l'évaporation absorbe 447 degrés R. au dessus du point de congélation ?

Mr. de L. Pour cette fois je vais me mettre sur les

rangs et vous faire une objection. Je dis: tout aussi bien que le calorique se trouve pour vaporiser l'eau à une température bien au dessous du degré de l'eau bouillante, il se trouvera aussi pour transformer la glace en eau avant de la vaporiser, et 60 degrés de plus ou de moins sur 447 ne doivent pas rendre l'opération impossible; et si nous ne voyons pas la glace se couvrir d'une pellicule d'eau, c'est que, dès qu'il s'en est fondu un atome, l'évaporation l'enlève.

Mr. de P. Cette objection est très spécieuse, Général, mais pas fondée. Plaçons un morceau de glace dans un ballon bien fermé, plein d'air ou non, et exposons le à un froid de 15 degrés. La glace se fondra-t-elle dans ce ballon?

Mr. de L. Surement pas.

Mr. de P. Mais en vertu de votre objection elle devroit se fondre et cela $7\frac{1}{3}$ fois plus vîte qu'elle ne s'évapore à l'air libre. Car lorsque le ballon contient toute la vapeur qu'il peut contenir, la glace ou l'eau ne peut plus s'évaporer. Ainsi le calorique employé auparavant à faire évaporer une partie de glace fondue, devra continuer à fondre la glace, si tant est qu'il ait commencé à la fondre pour la vaporiser; et dans le même tems où le glaçon a perdu par ex: 6 grains de son poids à l'air libre, il devra perdre dans le ballon 44 grains par le dégel ou la fonte.

Mr. de L. Ainsi vous êtes persuadé qu'à la température où la glace ne fond pas l'évaporation n'est pas possible.

Mr. de P. Elle est impossible par l'effet du calorique. Et c'est une des plus fortes preuves contre la

suite des expériences de Dalton qui prétend que la glace s'évapore dans le vide et produit une vapeur dont l'élasticité est égale à une colonne de mercure de $\frac{2}{10}$ de pouce anglois.

Le Comte C. Ces expériences de Dalton sont très célèbres et généralement adoptées.

Mr. de P. Je le sais. Mais, sans compter plusieurs fautes que Dalton a commises dans ces expériences, il suffit de considérer la formule générale que la série de ses résultats livre. Elle est telle, cette formule, que le maximum d'élasticité de la vapeur se trouve à 180 degrés R.; et à 360 degrés de nouveau égale à une colonne de mercure de $\frac{2}{10}$ de pouce comme au point de congélation, et à une trentaine degrés plus haut cette élasticité est réduite à zéro et devient ensuite négative. Or qu'est-ce qu'une vapeur d'une élasticité négative? Une idée absurde en soi.

Mde de L. Je ne comprends rien à vos formules. Mais ce que je conçois parfaitement, c'est qu'une augmentation de chaleur ne peut pas diminuer l'élasticité de la vapeur.

Mr. de P. Et la Nature nous le prouve bien dans les volcans où la température monte au moins à 1400 degrés R. et où la vapeur est l'agent tout-puissant qui élève des colonnes de lave de plus de 6000 toises de hauteur; ce qui répond à une élasticité plus de 4000 fois plus grande que la pression de notre atmosphère, tandis que, d'après les expériences de Dalton, cette élasticité devroit être bien moindre que rien.

Mr. de T. Personne n'a-t-il donc fait d'autres expériences sur cette loi si importante de l'augmenta-

tion de l'élasticité de la vapeur par l'augmentation de la chaleur?

Mr. de P. Assurément; mais comme elles sont très délicates elles ont réussi très rarement. Les meilleures sont celles du trop peu célèbre Schmidt, professeur à l'Université de Giefsen, selon les quelles à la température o l'élasticité des vapeurs est nulle, et les élasticités ultérieures croissent avec l'augmentation de chaleur sans jamais décroitre. Ce sont celles dont je me sers lorsque j'ai des calculs de ce genre à faire. On paroit ignorer en France et en Angleterre cette belle suite d'expériences et la formule de Schmidt.

J'ai du vous instruire de tous ces faits importants afin de pouvoir vous exposer les différentes hypothèses qu'on a imaginées pour expliquer le mécanisme de la formation et de la condensation des vapeurs. Passons à présent à ces hypothèses.

On a cru longtems que l'influence de la chaleur sur l'eau et sur l'air suffisoit pour résoudre cet important problème. C'est au milieu du 18e siècle que Le Roi éleva les premiers doutes contre cette hypothèse et essaya de poser en fait que l'évaporation de l'eau n'est autre chose qu'une solution de l'eau dans l'air et que la chaleur ne fait qu'augmenter ou diminuer la faculté de l'air de dissoudre de l'eau. Cette hypothèse dut tomber dès que l'on apprit que l'eau s'évapore dans le vide et cela beaucoup plus rapidement que dans l'air.

Saussure fut le premier qui traita ce sujet en vrai Physicien. Il reconnoit la nécessité d'assigner au calorique la formation de la vapeur; mais il admet en même tems que l'air dissout la vapeur formée par le calorique,

et que cet état de solution n'altère pas la transparence de l'air. La précipitation de cette vapeur dissoute produit les vésicules ou petites bulles qui forment les brouillards et les nuées, et ce grand Physicien a recours à l'électricité pour faire et défaire ces vésicules.

Mr. de V. Cette idée de Saussure, d'employer le calorique et l'air pour expliquer un phénomène aussi compliqué me plait.

Mr. de P. Néammoins de grands Physiciens de nos jours prétendent que cette admission de l'influence de l'air n'est pas autre chose que le foible d'un grand homme. De Luc qui semble être né pour s'opposer en tout à ce rival, attaqua cette partie de l'hypothèse de Saussure et nous donna un quatrième système. Selon lui c'est le calorique qui forme les vapeurs. Elles se répandent dans l'atmosphère, d'abord mécaniquement; puis elles se transforment en gaz sur le quel la chaleur et l'hygromètre n'ont plus de prise. Avant cette transformation elles peuvent se condenser par une diminution de température. Mais dès que ce *gaz aqueux* s'est formé il faut d'autres causes pour produire la condensation. De Luc se perd en hypothèses insoutenables pour assigner les causes de la formation et de la réduction de ce gaz qu'il regarde comme partie constituante de notre atmosphère; il est même incliné à croire que toute notre atmosphère n'est pas autre chose que ce gaz aqueux.

Mde. de L. Vous m'effrayez, monsieur de P. Que devient le gaz oxygène et le gaz azote d'après ces principes? Faudra-t-il apprendre une autre Chimie?

Mr. de P. De Luc ne veut reconnoitre ni l'un ni

l'autre et regarde toute la Chimie moderne comme une folie très spirituelle. Mais pour vous rassurer, madame, je me hâte d'ajouter que de tous les Physiciens et Chimistes de l'Europe De Luc n'a eu pour collègue dans sa résistance contre la Chimie de Lavoisier que l'illustre Priestley qui est mort dans son opiniatreté, lui qui avoit livré les principaux fondemens de cette théorie chimique.

Après ces débats l'on retourna, surtout en France, à l'hypothèse pure et simple du calorique, hypothèse qui est la seule que les Physiciens françois offrent aujourd'hui dans leurs meilleurs ouvrages, et le célèbre Dalton a poussé le pédantisme de cette hypothèse jusqu'à prétendre que l'air atmosphérique et la vapeur sont tellement isolés l'un dans l'autre que l'un n'exerce pas de pression mécanique sur l'autre, mais que les atomes de gaz ne pressent que les uns sur les autres et ceux de vapeur également. Il affirme même que les gaz, l'oxigène, l'azote et le gaz acide carbonique, se comportent de même entre eux et à l'égard de la vapeur, tous ces fluides élastiques qui forment l'océan de l'atmosphère étant chimiquement et mécaniquement étrangers l'un à l'autre.

Mr. de T. Puisque vous, monsieur de P., et les autres membres de notre aimable société m'avez honoré du titre d'avocat de la Mécanique dans nos entretiens, mon devoir est de vous demander votre opinion sur ces assertions de Dalton.

Mr. de P. Mon opinion est très simple: Dalton est le plus grand génie en fait de paradoxes que la Physique ait produit de nos jours.

Mr. de L. Vous oubliez les philosophes de la Nature, vos bon amis.

Mr. de P. Ce n'est pas la Physique, mais la Métaphysique, qui a engendré cette secte de forcenés qui à force d'esprit a rompu toutes les chaines de la raison.

Si nous jettons un coup-d'oeil général sur ces hypothèses imaginées pour expliquer la formation et la condensation des vapeurs, nous trouverons que la principale question roule sur l'influence de l'air. Son influence mécanique, celle d'un fluide pesant, élastique et d'une certaine densité, sur l'eau et les vapeurs qui s'en exhalent, est hors de doute; les phénomènes de la chaleur l'attestent indubitablement. Mais son influence chimique a-t-elle lieu? Voilà le principal problème à résoudre. Voyons si nous en viendrons à bout.

L'absorption des gaz par l'eau prouve sans contredit qu'il existe une affinité physique entre l'eau et l'air atmosphérique, modifiée par la pression et par la chaleur. Or, comme toute affinité est réciproque, il est clair qu'il doit exister une égale affinité entre l'air et l'eau, et que, lorsque l'eau en forme de vapeur se trouve en contact avec l'air, l'affinité physique doit réunir ces deux substances. Ainsi la dissémination de la vapeur dans l'air est une marche chimique, secondée au reste par la différence de pesanteur spécifique entre la vapeur aqueuse et l'air. Ce qui explique d'abord la lenteur de la propagation de l'une dans l'autre, tandis que cette propagation est presque instantanée dans le vide.

Le Comte C. Ceci me paroit encore obscur, d'autant plus que les partisans de l'hypothèse du calorique

expliquent cette différence de vîtesse à leur manière, comme vous nous l'avez indiqué.

Mr de P. Imaginez une cloche vide d'air, mais contenant un peu d'eau. A l'instant où la vapeur se forme par la chaleur, elle doit se répandre dans le vide avec la même vîtesse qu'une portion d'air de même élasticité s'y répandroit; et cette vîtesse est si considérable qu'on peut la regarder comme instantanée. Remplissons à présent d'air la même cloche; cette espèce de dissémination n'aura plus lieu, l'air s'y opposant par sa masse, et dans l'hypothèse du calorique il ne restera plus d'autre force pour produire la dissémination que la différence de pesanteur spécifique. Mais voici un cas où cette cause n'a pas lieu. Prenez une grande assiète et versez y un peu d'eau; placez au milieu de cette assiète un hygromètre à soye ou à cheveu et renversez sur le tout une cloche de verre. L'hygromètre ne marchera que très lentement pendant plusieurs heures vers l'humidité. Le tout étant en repos et à la même température, la vapeur s'élève de tous les points de la surface de l'eau également et ne rompt pas l'équillibre des colonnes d'air; au contraire il se forme au dessus de cette surface d'eau une couche de vapeur qui, malgré son surplus de légèreté, ne s'élève pas dans l'air, par ce que la pression, qui est égale sur tous les points, ne peut pas rompre l'équillibre. Donnons à présent une petite secousse à l'appareil pour rompre cet équillibre. Aussitôt on voit marcher l'aiguille de l'hygromètre rapidement vers l'humidité, et cette marche ayant acquis son maximum à un certain degré, on observe de nouveau la lenteur précédente. Cette marche lente, qui a lieu

aussi longtems que l'équillibre n'est pas rompu, n'est donc pas l'effet d'une cause mécanique quelconque et doit être par conséquent celui de l'affinité. Lorsque nous traiterons la Physique de la Terre nous retrouverons ces couches tranquilles de vapeur au fond de l'océan atmosphérique comme nous venons de les voir au fond de la petite atmosphère de notre cloche.

Le Comte C. Ces considérations prouvent qu'il faut y regarder de près pour expliquer les phénomènes de l'évaporation.

Mr. de P. Jettons à présent un coup-d'oeil sur quelques uns des phénomènes que j'ai eu l'honneur de vous présenter aujourd'hui, et commencons par celui des deux flacons dont l'un est plein d'air sec et l'autre d'air très humide, celui là au dessous de celui-ci. Les deux gaz ont la même température et la même élasticité. Le plus léger des deux, l'humide, se trouve en haut. Ainsi il n'existe aucune force mécanique qui fasse marcher la vapeur de l'un dans l'autre. Et cependant cette marche a lieu. Ainsi elle ne peut être produite que par l'affinité. Ajoutez à ce phénomène celui de l'évaporation de la glace, qui, comme je crois l'avoir prouvé, ne peut aucunement s'expliquer par l'action du calorique, mais s'explique très aisément par l'affinité de l'air pour l'eau; la glace se fond dans l'air comme le sucre dans l'eau.

Le Comte C. J'avoue qu'on est forcé de reconnoitre l'influence de l'affinité qui existe entre l'air et l'eau, et comme aucune propriété de la matière ne peut être inactive, nous devons faire entrer celle-là dans l'explication des phénomènes en question.

Mr. de P. Si vous êtes tous de cet avis nous pouvons aller plus loin. Dans notre entretien sur l'absorption des gaz par l'eau nous avons vu que la quantité de cette absorption varie considérablement d'un gaz à l'autre, et nommément que le gaz oxigène est absorbé plus considérablement que le gaz azote, dans la proportion de $\frac{1}{27}$ à $\frac{1}{64}$ ou d'environ $2\frac{1}{3}$ à 1. Ainsi nous devons admettre que le gaz oxigène a $2\frac{1}{3}$ fois plus d'affinité pour l'eau que le gaz azote : nouvelle preuve du rôle important que l'affinité joue dans l'acte de l'évaporation.

Mde. de L. Cela me paroit sans replique.

Mr. de P. Je dois cependant vous présenter une forte objection qu'on a faite contre cette préeminence du gaz oxigène, tirée des expériences de Clément et Désormes, qui ont pour but de déterminer la quantité de vapeur aqueuse que différents gaz peuvent contenir. Le résultat de ces expériences est que, à $\frac{1}{12}$ près, l'air atmosphérique, les gaz oxigène, hydrogène, azote et acide carbonique se chargent d'une quantité égale de vapeur. Pour assigner à ces résultats leur vraie valeur examinons la manière dont les expériences ont été faites. On a fait passer ces gaz dans leur état ordinaire au travers d'une masse d'eau pour les saturer de vapeur, et de là on les a fait traverser une portion de muriate de chaux placé dans un gros tube de verre pour forcer ces gaz à abandonner leur vapeur au muriate dont l'augmentation de poids a servi de mesure pour la portion de vapeur d'eau dont ces gaz avoient été saturés. Mais ce simple passage ne suffit ni pour saturer les gaz ni pour leur enlever toute l'eau qu'ils contiennent, et a du parconséquent fournir des résultats trop petits. C'est

ce qui se confirme par la comparaison de ces résultats avec ceux de Saussure. Clément et Désormes ont obtenu pour l'air atmosphérique un peu moins de 6 grains à une température de 11 degrés R., tandis que l'expérience corrigée de Saussure donne plus de $12\frac{1}{4}$ grains à la température de 15 degrés R. par pied cube de gaz. Si l'on fait la correction pour la température, le calcul indique que les deux Chimistes françois auroient du obtenir $9\frac{1}{5}$ grains pour l'air atmosphérique. Ainsi ces expériences ne sont rien moins que concluantes et notre thèse sur l'affinité des gaz et de la vapeur n'en est nullement affoiblie.

Ajoutons enfin à tous ces faits les désoxidations de l'air atmosphérique (sur tout celle que produit l'amalgame) et la précipitation de vapeur qu'elles causent, quoique la dilatation du gaz azote qui reste dût forcer ce gaz à se charger de la vapeur que l'oxigène contenoit auparavant, et il ne restera aucun doute sur la propriété qu'a le gaz oxigène de se saturer de beaucoup plus d'eau que le gaz azote.

A la suite de ces principes je considère l'air atmosphérique à une température au dessus de zéro comme imprégné de deux espèces de vapeur diaphane, produites l'une et l'autre par la chaleur, mais dont l'une n'est pas encore combinée avec les gaz oxigène et azote par l'affinité physique, par ce que cette affinité n'agit que très lentement, et dont l'autre est déja combinée. Je nomme la première espèce *vapeur physique*, la seconde *vapeur chimique* et les vésicules qui forment les nuages *vapeur vésiculaire*. L'air mis en contact avec de la glace à une température au dessous du point de congélation ne peut

contenir que de la vapeur chimique. L'hygromètre n'a de prise que sur la vapeur physique et vésiculaire ; et la vapeur chimique ne peut être enlevée à l'air que par un autre agent chimique qui attaque directement l'eau vaporisée, tel que le muriate de soude, les alkalis caustiques, l'acide sulfurique etc., ou précipitée par une décomposition chimique de l'air qui ravit à ce gaz son oxigène.

Ce système, que j'ai composé sur les débris de celui de Saussure que l'on avoit cru écraser, suffit à l'explication de tous les faits que nous avons eus hier et aujourd'hui, et nous servira avec facilité à nous retrouver dans le labyrinthe des phénomènes météorologiques, lorsque nous en viendrons à cette partie intéressante de la Physique de la terre.

Le Comte C. Je crois qu'en effet ce triple état des vapeurs rapporté à deux causes très différentes l'une de l'autre, le calorique et l'affinité, doit fournir bien plus de ressources pour l'explication de ces phénomènes que le calorique seul.

Mr. de P. Surtout si nous n'oublions pas que le calorique influe sur l'intensité de toutes les affinités et parconséquent aussi sur celles-là.

Je crois, madame, vous avoir entretenu assez longuement sur l'évaporation, et que vous me permettrez de passer demain à un autre procès chimique que vous me saurez sûrement gré de traiter.

Soixante cinquième entretien.

Mr. *de P.* Il est un procès chimique bien surprenant (si ce que nous voyons tous les jours pouvoit encore nous surprendre) qui dans nos longues soirées remplace en quelque sorte l'astre du jour par la lumière artificielle qu'il nous offre, qui au milieu des frimats fait disparoitre la rigueur des hyvers en dévoloppant dans nos poëles une chaleur bienfaisante qui permet à l'homme d'habiter des climats d'ailleurs inhabitables, chaleur que nous employons en outre à la cuisson de tous les objets de notre nourriture. Ce procès est *l'inflammation*; son produit est le feu, dont l'importance pour le développement de nos facultés intellectuelles et morales à été si énergiquement exprimée dans la plus haute antiquité par la fable de Prométhée qui, pour avoir livré aux Mortels ce précieux appannage de l'Olympe, fut dévoué par la jalousie des Immortels au supplice le plus affreux du tartare.

Mde. de L. Mais ne partagerons-nous pas le supplice de Prométhée si nous allons encore plus loin que ce martyre de l'humanité, si nous osons pénétrer le secret de ce procès sublime?

Mr. de P. Vous savez bien le contraire; vous sentez, madame, infiniment mieux que je ne puis l'exprimer, que le Dieu de bonté qui nous a créés n'est point, comme les divinités du paganisme, jaloux de notre bonheur. Vous êtes bien intimement persuadée qu'Il veut que nous jouissions de tous les bienfaits qu'Il nous offre dans la Nature, pour subvenir à nos besoins, pour perfectionner notre entendement, pour ennoblir notre coeur et nous ammener à Lui, qui est la source de tout bien, sur le plus beau des chemins, sur celui de la reconnoissance.

Mde. de L Le badinage que je me suis permis va vous faire croire que je suis une impie.

Mr. de P. Et c'est à moi à qui vous dites cela, madame? Une âme comme la vôtre, si sensible aux bienfaits de la Providence, peut-elle être suspecte sur ce point là? Abandonnez en toute sureté aux coeurs froids et insensibles et surtout aux hypocrites, une réserve inquiète dans leurs paroles, sans la quelle personne ne croiroit à leur Religion — Mais entrons en matière.

Pour nous former une idée juste de l'inflammation considérons celle du gaz hydrogène et celle du phosphore comme les plus simples. Pour le premier de ces deux procès nous dégageons à la manière ordinaire, avec de l'eau, de l'acide sulfurique et du fer ou du zink, dans une phiole haute et étroite et terminée en haut par un tube capillaire, du gaz hydrogène qui s'échappera par ce petit tube. A l'instant où nous touchons ce courant de gaz avec la flamme d'une bougie il se forme une nouvelle flamme jaunâtre qui se perpétue d'elle-même aussi

longtems qu'il s'échappe du gaz hydrogène et fournit continuellement de la lumière et de la chaleur. Il se forme en même tems de l'eau, produit de la combinaison de l'hydrogène avec le gaz oxigène de l'air. L'inflammation du phosphore se fait en approchant tout simplement le phosphore de la flamme d'une bougie ou d'une allumette. A l'instant il se forme une flamme très vive qui fournit de la lumière et de la chaleur. Le produit de cette opération est l'acide phosphorique qui résulte de la combinaison du gaz oxigène de l'air avec le phosphore.

Il en est de même de toutes les autres inflammations; et nous disons que *l'inflammation* est l'acte de la combinaison d'une substance combustible avec le gaz oxigène, accompagné d'un dégagement de chaleur et le plus souvent de lumière. Lorsque c'est de l'oxigène liquide qui se combine nous nommons *combustion* l'acte de la combinaison de l'oxigène avec le combustible. Telle est par ex: l'action des acides sur les métaux qu'ils oxident. Telle est encore l'action du gaz oxigène de l'air disséminé dans l'eau sur plusieurs métaux et sur le phosphore. Ainsi les métaux, le phosphore, le carbone, oxidés, sont des métaux, du phosphore, du carbone brûlés ou plutôt comburés; et la chaleur nécessaire à cette combustion provient du calorique combiné contenu dans les acides ou dans le gaz oxigène disséminé dans l'eau.

Le Comte C. Je ne connoissois pas encore cette distinction entre l'inflammation et la combustion.

Mr. de P. Lavoisier, qui nommoit indistinctement tous les acides et tous les oxides des corps brûlés,

ne l'a pas faite. Mais elle est nécessaire, ce dont vous vous persuaderez d'abord. Car une condition absolue de l'inflammation est que l'oxigène qui se combine avec le combustible soit en forme de gaz et en outre dégagé de toute combinaison par affinité chimique avec aucune autre substance telle que celle qui produit les acides gazeux. Ainsi ce n'est que dans le gaz oxigène pur on seulement mêlé par affinité physique à un autre gaz, par ex: l'azote dans l'air atmosphérique, que l'inflammation peut avoir lieu. Encore savons-nous que ces mélanges ne peuvent pas dépasser certaines proportions sans empêcher l'inflammation. Toutes nos expériences attestent la vérité de ce principe, et qu'en outre l'intensité de l'inflammation est en raison de la quantité de gaz oxigène que l'on fait entrer dans le procès.

Le Comte C. C'est ce que nous prouve la lampe d'Argant. Le cylindre de verre, placé sur la mêche cylindrique de cette lampe, est une cheminée qui contient une colonne d'air ardent qui, en s'échappant avec une vîtesse proportionnée à sa haute température, produit un courant rapide d'air nouveau et non encore décomposé qui touche à son passage la flamme à l'intérieur et à l'extérieur et lui fournit parconséquent une très grande quantité de gaz oxigène.

Mr. de P. Fort bien, monsieur le Comte; mais permettez moi d'ajouter que cette cheminée de verre arrête en outre la chaleur rayonnante, en concentre la majeure partie sur la flamme et produit par là une inflammation plus parfaite qui consume toute la fumée, dont l'odeur et la malpropreté nous seroient très désagréables. Sans ce rehaussement de la température dans

le procès qui produit la flamme, la cheminée de verre produiroit un mauvais effet; le courant d'air froid réfroidiroit la flamme peut-être jusqu'au point de l'éteindre: ce qui nous arrive chaque fois que nous exposons la flamme d'une bougie au vent.

Mde de L. Ainsi le vent éteint les bougies en les réfroidissant! Assurément cela doit être, puisqu'il ammène beaucoup de gaz oxigène dans le procès comme le courant de la lampe d'Argant; mais il y ammène beaucoup plus de froid.

Mr. de P. En outre il écarte la vapeur de l'huile qui s'élève de la mêche hors du théatre de la chaleur.

Mde. de L. Je juge de là que la chaleur joue un très grand rôle dans l'acte de l'inflammation.

Mr. de P. Elle y joue le premier rôle puisqu'elle est la médiatrice entre le gaz oxigène et le combustible, et je pose en thèse qu'il ne faut que de la chaleur pour produire cette combinaison. Prenons quelques exemples frappants pour le prouver. Nous avons allumé tout-à-l'heure du phosphore à la flamme d'une bougie; mais nous n'avions pas besoin de cette flamme; car il suffit de chauffer le phosphore jusqu'à 32 degrés R. pour le voir s'enflammer. Plaçons un morceau de papier à l'entrée supérieure de cylindre de la lampe d'Argant à 4 ou 5 pouces de la flamme, il s'allume aussi tôt. L'inflammation des huiles essentielles par des acides concentrés se fait en vertu de la chaleur que la combinaison de l'huile avec l'acide produit. L'huile se change par cette chaleur en une vapeur chauffée presque jusqu'au rouge, qui, en vertu de cette haute température, saisit l'oxigène de

l'air et s'enflamme. Les gaz inflammables s'allument par le contact d'un corps chauffé jusqu'au rouge.

Davy, qui le premier a posé bien définitivement notre thèse, en a tiré des conclusions extrèmement utiles et curieuses, dont j'aurai l'honneur de vous parler bientôt. Pénétrons à présent plus avant dans notre matière, et examinons de près le procès de l'inflammation des combustibles végétaux composés d'hydrogène, de carbone et d'oxigène, tels que le bois, l'esprit de vin, les huiles essentielles, l'éther etc.

Ces trois substances se trouvent combinés dans ces combustibles d'une manière que nous ne connoissons pas encore; mais ce que nous savons, ce que l'expérience prouve, c'est que les affinités de ces trois substances se trouvent en équilibre, dans une espèce de saturation rélative qui produit un état permanent qui ne se change pas de lui-même. Le procès de l'inflammation rompt cet équilibre, change cet état totalement. Le morceau de bois sec qui n'étoit ni de l'eau, ni de l'acide carbonique, ni de la suie, ni du charbon, se change en eau, en acide carbonique, en suie et en charbon, et nous gagnons par dessus le marché de la chaleur et de la lumière. Quelle est la magicienne qui produit ces métamorphoses?

Le jeune de L. La chaleur.

Mr. de P. Fort bien, puisque nous venons de prouver que la chaleur suffit pour produire l'inflammation. Mais il s'agit de savoir comment cela se fait. Pour simplifier le problème supposons d'abord que notre combustible ne contienne que du carbone et de l'hydrogène comme la plupart des huiles grasses. L'inflammation

produira de l'acide carbonique, de l'eau et de la suie, en combinant le carbone et l'hydrogène avec l'oxigène de l'air atmosphérique. L'inflammation étant déja en train, la chaleur quelle produit change l'huile en vapeur chauffée à un bien plus haut degré que celui de l'huile bouillante, et c'est en cet état que les principes constituants de l'huile peuvent s'assimiler à l'oxigène, favorisés par cette haute température.

Cette assimilation produira d'une part de l'eau par la combinaison de l'hydrogène de l'huile avec l'oxigène de l'air et le carbone restera seul comme précipité et parconséquent en forme concrète. Une partie de ce carbone, celui qui se trouve en contact avec l'oxigène de l'air, se transforme en ac ide carbonique et le reste s'échappe, volatilisé par la chaleur, et forme la fumée, qui au reste n'est pas du carbone pur mais du carbone oxidé par l'oxigène de l'air atmosphérique hors de la flamme, à un endroit où il n'existe pas assez de chaleur pour changer subitement le carbone en acide carbonique.

Ainsi la fumée ne se forme que par un défaut de gaz oxigène dans le lieu même de la flamme et par un défaut de chaleur hors de la flamme. Si donc nous multiplions les points de contact de l'air avec la flamme par une mêche longue et mince et si nous augmentons la chaleur à la pointe de la flamme où se forme la fumée, il est clair que la fumée s'enflammera, et que parconséquent il ne se formera proprement point de fumée.

Mde. de L. Ce n'est qu'a présent que je conçois parfaitement les effets de la lampe d'Argent et du poêle fumivore que vous nous avez décrit au chapitre de la

chaleur. J'admire l'art qui lie les différentes parties de la Science pour en faire un tout bien organisé.

Le Comte C. Je suis du même avis, mais à présent je suis bien curieux de connoitre le rôle de l'oxigène qui se trouve déja combiné dans certains combustibles à l'hydrogène et au carbone.

Le jeune de L. Naturellement il augmentera l'inflammation.

Mr. de R. Assurément puisque c'est à l'oxigène que nous devons ce procès.

Mr. de P. Qu'en pensez-vous, Général?

Mr. de L. Que monsieur de R. et mon fils vont trop vîte en besogne.

Le jeune de L. Pourquoi cela, Papa? Il me semble que la chose est claire et prouvée par l'expérience. L'esprit de vin et l'éther, qui contiennent de l'oxigène, s'enflamment bien plus facilement que l'huile grasse qui n'en contient pas.

Mr. de P. Je me doute que Papa aura raison. Hâtons nous lentement et faisons pour cet effet un petit exercice de catéchisme. Un combustible étant donné quelle est la substance pondérable qui produit l'inflammation.

Le jeune de L. L'oxigène.

Mr. de P. Assurément, et plus vous aurez d'oxigène actif dans le procès, plus l'inflammation sera forte, énergique.

Le jeune de L. Précisément.

Mr. de L. Quelle forme doit avoir l'oxigène pour produire l'inflammation?

Le jeune de L. (*surpris.*) La forme de gaz.

Mr. de P. Ainsi c'est l'oxigène de l'atmosphère qui produit l'inflammation.

Le jeune de L. Je l'avoue.

Mr. de P. Et plus nous emploierons de ce gaz plus l'inflammation sera énergique.

Le jeune de L. Cela n'est pas douteux.

Mr. de P. Cette combinaison de l'oxigène avec les substances inflammables a-t-elle des proportions fixes?

Le jeune de L. Assurément, pour la formation de l'eau comme pour celle de l'acide carbonique.

Mr. de P. Si donc un combustible contient déja de l'oxigène pourra-t-il en enlever une aussi grande portion à l'air atmosphérique que s'il n'en contenoit pas?

Le jeune de L. Sûrement non, et je vois clairement que l'inflammation des combustibles qui contiennent de l'oxigène doit être moins forte que celle de ceux qui ne contiennent que de l'hydrogène et du carbone; et je conçois à présent qu'il faut faire une différence entre l'énergie de l'inflammation et la facilité de s'enflammer.

Mr. de L. Précisément la même qu'entre une tête forte et une tête folle.

Le jeune de L. Et je ne doute nullement du genre où vous avez la bonté de placer la mienne.

Mr. de P. De plus habiles Physiciens que vous n'ont pas fait cette distinction.

Le jeune de L. Mais à quoi tient cette grande facilité de s'enflammer produite par l'oxigène combiné au carbone et à l'hydrogène?

Mr. de P. Elle tient à ce que les combustibles qui contiennent de l'oxigène se changent en vapeur ou se

volatilisent plus facilement, c. à. d. à de moindres degrés de chaleur. L'éther vitriolique par ex: qu'on produit par l'action de l'acide sulfurique sur l'esprit de vin, contient plus d'oxigène et se vaporise bien plus aisément que celui-ci. Il en est de même des huiles essentielles ou volatiles comparées aux huiles grasses. Et l'expérience prouve que les combustibles qui contiennent le plus d'oxigène fournissent le plus de fumée, par ce qu'ils consomment moins de gaz oxigène atmosphérique à raison de la quantité d'oxigène qu'ils contiennent. Sur ce principe je crois pouvoir prédire que le camphre, qui est très volatil et produit beaucoup de fumée, contient une notable portion d'oxigène combiné.

Telle est l'influence de l'oxigène combiné au carbone et à l'hydrogène quant à l'inflammabilité. Voyons à présent quel rôle il joue dans l'inflammation elle-même. La matière combustible s'enflamme par la haute température à la quelle on l'élève; mais avant de s'enflammer elle subit un changement dans les proportions de ses combinaisons. Car le calorique rehausse à la vérité toutes les affinités, mais pas également. Nous savons par ex: que le charbon décompose l'eau par la chaleur rouge; ce qui prouve que, à cette température, l'affinité du carbone pour l'oxigène reçoit par la chaleur une plus grande augmentation d'énergie que celle de l'hydrogène. Ainsi dans l'inflammation des combustibles composés des trois substances simples la chaleur doit opérer un effet semblable. L'oxigène du combustible doit abandonner l'hydrogène pour s'unir entièrement au carbone. Mais cette combinaison ne peut pas produire de l'acide carbonique, l'oxigène n'étant pas à l'é-

tat de gaz; ainsi il ne peut se former qu'un oxide de carbone et cet oxide est la fumée, qui déposée sur un corps froid prend le nom de *suie*. Si cette opération (l'échauffement du combustible jusqu'à la chaleur rouge) se fait en présence du gaz oxigène de l'air, alors l'hydrogène devenu libre produit de l'eau; et l'oxide de carbone, substance concrète, s'unit sous les auspices de cette haute température également au gaz oxigène de l'air et produit de l'acide carbonique. Si la quantité de gaz oxigène qui entre dans ce procès ne suffit pas à changer toute la masse du combustible en eau et en acide carbonique, alors il se forme de la fumée et parconséquent de la suie, qui contient, outre le carbone, plus ou moins d'oxigène et d'hydrogène. Il existe des suies qui ne sont que des oxides de carbone, d'autres qui contiennent un peu d'hydrogène; mais aucune suie n'est du carbone pur. Enfin cette inflammation imparfaite produit encore de l'hydrogène protocarboné.

Mde. de L. Cette théorie de l'inflammation cadre fort bien avec tout ce que vous nous avez dit sur les combinaisons de l'oxigène et la composition des acides et me plait, quoiqu'il m'en ait couté de vous suivre dans ses détails.

Mr. de P. Si cela est, madame, vous me permettrez de vous fournir l'application de cette théorie aux inflammations spontanées, à ces inflammations que la Nature opère sans qu'elle ait besoin de chercher ailleurs la chaleur nécessaire.

Considérez une grande meule de foin encore humide et bien tassée. Petit-à-petit elle s'échauffe et fume; le foin brunit, commencement de combustion.

Enfin la flamme éclate et la meule entière se dissipe en flamme et fumée. Comment expliquerons-nous ce phénomène?

D'abord nous observons que le foin bien séché ne s'enflamme jamais de lui-même. Ainsi l'humidité est nécessaire à ce procès, et nous expliquons son effet de la manière suivante: Les brins d'herbe posés irrégulièrement les uns sur les autres enferment dans leurs interstices une portion d'air atmosphérique qui a toujours quelque action chimique sur les végétaux soit morts soit encore vivants. Cette action consiste principalement à combiner de l'oxigène atmosphérique avec le carbone des végétaux pour produire de l'acide carbonique; ce qui ne peut se faire que dans la supposition qu'il existe du carbone et de l'hydrogène en état liquide (comme sucs) dans les plantes. En outre l'eau, dont ces brins d'herbe sont humectés, condense le gaz oxigène atmosphérique par absorption et lui donne la masse chimique nécessaire pour se combiner. Cette première combinaison produit une chaleur excédente qui augmente l'énergie du procès. Cette énergie rehaussée produit une nouvelle augmentation de température; et comme la meule bien tassée offre à cette chaleur développée un mauvais conducteur. la chaleur se concentre, s'augmente par cette concentration qui rend d'instant en instant le procès chimique plus énergique, jusqu'à ce qu'enfin la température s'élève jusqu'à la chaleur rouge qui alors produit nécessairement l'inflammation. Ce procès, si dangereux lorsqu'on enferme le foin humide dans des granges ou dans des greniers, s'employe utilement dans le Nord pour sécher les

foins lorsque la saison est humide, en l'arrêtant avant qu'il soit parvenu à l'inflammation; ce qui s'opère tout simplement en défaisant la meule, opération qui la réfroidit et fait évaporer l'humidité. C'est le seul moyen de faire du foin de trêfle, méthode inventée en Courlande par le Pasteur Klappmayer.

Le jeune de L. D'ou vient qu'on ne peut pas faire du foin à la manière ordinaire avec du trêfle comme avec d'autres herbes?

Mr. de P. Par ce que le trêflle contient beaucoup d'humidité et que le tems, pendant le quel elle s'évaporeroit à l'air sans un surcroit de chaleur, suffiroit à mettre le trêfle en pourriture.

Le Comte C. Cette méthode de faire le foin n'est elle pas une espèce de fermentation?

Mr. de P. Assurément et vous pourrez vous en convaincre bientôt, lorsque nous traiterons cet important procès. — Mais revenons aux inflammations spontanées. La fameuse expérience de Lémery, le petit volcan artificiel, est une inflammation de ce genre. Il en est de même de celle du café brûlé, moulu et enfermé tout chaud dans une boîte. L'oxigène de l'air qui se trouve dans les interstices du café commence l'opération en se combinant vraisemblabement avec l'huile essentielle du café (l'huile qui donne au caffé cette odeur que je ne puis souffrir mais qui fait les délices des buveurs de café). Cette combinaison produit de la chaleur et le reste du procès succède comme dans le foin. A Danzig on a découvert il y a quelques années une singulière cause d'un incendie dans un magazin de cordes. On avoit entassé des étoupes de vieux cables gou-

dronnés un peu humides, qui s'étoient allumées spontanément. Comme on étoit bien sûr que l'on n'avoit pas été avec de la lumière dans ce magazin et que d'ailleurs personne n'avoit pu y mettre le feu à dessein, on soubçonna ces étoupes d'avoir causé l'incendie, et des expériences répétées en petit prouvèrent qu'on avoit deviné juste. L'humidité, l'air atmosphérique et le goudron ont produit ici le même effet et par les mêmes causes que les substances analogues dans les autres inflammations spontanées.

Le Comte C. Cela me rappelle qu'on employe l'étouppe de vieux cables goudronnés contre la goutte. Peut-être doit-on son effet salutaire à la chaleur que cette espèce de fermentation produit.

Mr. de P. Il est difficile d'en juger, d'autant plus que l'efficacité de ce remède est assez problématique. Mais ce que je sais par l'expérience d'un de mes amis, c'est que cette étouppe produit une chaleur brulante qu'il n'a pu supporter.

La Chimie nous offre encore un genre d'inflammations que nous regardons à juste titre comme les plus étonnantes et les plus difficiles à expliquer, celles des *poudres fulminantes.* Imaginez que vous ayez un ou deux grains en poids d'une de ces poudres. Il suffit de les chauffer tant soit peu, ou de les frapper d'un coup de marteau, ou de les broyer dans un mortier ou même de les frotter tant soit peu avec un petit bâton de verre ou autre, pour les voir s'enflammer à l'instant et détonner avec la violence d'un coup de pistolet. Il y a de ces poudres si fulminantes que leur manipulation, même la plus circonspecte, devient dangereuse.

Mde. de L. J'avois toujours eu beaucoup de respect pour la poudre à canon; mais je vois que la Chimie enfante des prodiges encore plus surprenants.

Mr. de P. D'autant plus surprenants que ces poudres produisent ces effets en si petite quantité et sans que l'on ait besoin de les charger, de les enfermer dans un canon. On peut partager les poudres fulminantes en deux classes, celles qui sont composées d'ammoniac et d'un oxide, et celles qui sont composées d'un sel et d'une substance inflammable. Celles du premier genre sont les *ammoniures d'argent, d'or* et *de platine.* Pour les composer on verse simplement de l'ammoniaque liquide sur les oxides de ces métaux et on laisse sécher le mélange à la température ordinaire. Le résidu est la poudre fulminante. La plus violente de ces trois poudres est l'ammoniure d'argent qu'il suffit quelque fois de remuer avec la barbe d'une plume pour la faire détonner. Le procès de cette inflammation s'explique par l'effet de l'oxigène de l'oxide sur l'hydrogène de l'ammoniaque; car il se forme en effet de l'eau et l'azote de l'ammoniaque se dégage, prend la forme de gaz. Quant à la grande facilité de la détonnation, on doit supposer que la combinaison de l'oxide avec l'ammoniaque affoiblit considérablement les affinités des principes respectifs de ces deux substances et qu'il ne faut parconséquent qu'une très petite cause pour produire la combinaison de l'oxigène avec l'hydrogène, ces deux substances ayant plus d'affinité entre elles que l'oxigène avec le métal; car observez que ces poudres fulminantes ne peuvent être composées que d'oxides de métaux qui ne s'oxident point par le gaz oxigène et qui n'ont

d'affinité pour l'oxigène qu'en tant qu'il est contenu dans un acide. Enfin on peut expliquer la violence de la détonnation, quoique la poudre fulminante soit à découvert, par la rapidité excessive de l'opération qui doit surpasser de beaucoup celle de la formation ordinaire de l'eau, et de plus la force étonnante qu'elle déploie, en partie à la vapeur d'eau qui se forme par la combustion et en partie au dégagement subit du gaz azote qui se trouvoit comprimé dans le gaz ammoniac par l'affinité avec une force de peut-être plus de mille atmosphères.

Mr. de T. Malgré cela je ne conçois pas encore cette force d'explosion, par ce que je ne vois pas de résistance. Notre poudre à canon, allumée sur une table, ne fait presque aucun bruit; il faut l'enfermer bien fortement pour lui donner sa force.

Mr. de P. L'air suffit ici à produire cette résistance, vu l'excessive rapidité de la formation des substances élastiques, qui n'a pas lieu dans l'inflammation de la poudre, comme nous nous en assurerons tantôt. L'expérience suivante prouve en même tems la grande rapidité de l'inflammation des poudres fulminantes et la résistance de l'air comme masse d'inertie. Placez au milieu d'une cloche pleine d'air quelques grains d'une poudre fulminante et allumez la, par frottement ou d'autre manière. La détonnation se fait et la cloche ne casse pas. Ce qui nous apprend que l'air qui entoure immédiatement la poudre est choqué avec la plus grande violence et fait des vibrations très fortes mais que toute la masse d'air contenue sous la cloche ne reçoit qu'un petit surcroit d'élasticité.

Le jeune de L. Mais comment un léger frottement peut-il causer l'inflammation?

Mr. de P. Il faut à la vérité un frottement considérable pour allumer du bois comme le font les peuples sauvages, et pour faire rougir une parcelle de fer comme nous le faisons avec nos briquets, par ce que les masses qu'on veut chauffer jusqu'à la chaleur rouge sont de très grandes masses comparées à la finesse de la poudre fulminante. En outre il n'est pas prouvé qu'il faille absolument la chaleur rouge pour combiner de l'hydrogène à de l'oxigène, d'autant plus qu'ici cette combinaison se fait au moment où ces deux substances se dégagent, et que nous ne connoissons pas la forme sous la quelle se fait la combinaison. J'avoue au reste que ce point de la question est encore très peu éclairci. Ce qu'il y a de certain, c'est que nous voyons constamment que les substances, prises au moment où elles se dégagent d'une certaine combinaison, (ce qu'on nomme l'état naissant) se soumettent beaucoup plus facilement à une nouvelle combinaison que lorsqu'on les prend toute dégagées.

Le Comte C. C'est un principe de Chimie nouveau pour moi.

Mr. de P. Que j'ai oublié de vous livrer lorsqu'il étoit question des principes de l'affinité chimique. Je vous prie de le ranger parmi les autres.

Je dois ajouter aux trois poudres fulminantes citées, une quatrième nommée *iodure d'azote*, une combinaison d'iode et d'azote en forme de poudre noire, produite par l'action de l'iode sur l'ammoniaque liquide. Cette poudre fulmine presque aussi facilement que l'am-

moniure d'argent. Même sous l'eau la détonnation a lieu par pression ou frottement. Mais je dois avouer aussi que je suis hors d'état d'expliquer la détonnation de cette poudre, si l'iodure d'azote ne contient en effet que de l'iode et de l'azote, et si l'iode est une substance simple.

Passons à présent aux autres poudres fulminantes. L'une est du *muriate suroxigéné de potasse, de la potasse et du soufre* dans la proportion de 3 à 2 à 1 en poids. On peut substituer au soufre plusieurs autres substances inflammables, du charbon, du sulfure d'antimoine, du phosphore etc. Toutes détonnent par le coup de marteau; celle qui contient du phosphore est la plus forte et la plus difficile à manier; elle fulmine par le moindre frottement. Une autre est le *muriate suroxigéné d'argent avec du soufre* dans la proportion de 2 à 1. Un foible choc suffit pour produire la détonnation qui est très violente. Une troisième est le *nitrate de potasse avec du soufre* dans la proportion de 2 à 1. Cette poudre détonne à la chaleur qui fond le soufre avec la plus grande force. L'effet de ces poudres provient évidemment de la décomposition de l'acide des sels précédée d'une formation d'hydrogène sulphuré ou de sulfure hydrogéné de potasse, qui ensuite, en se combinant avec l'oxigène de l'acide, produit de l'eau, de l'acide sulfureux, du peroxide d'azote etc. Le dégagement rapide de ces substances à l'état élastique est la détonnation. On produit encore deux poudres fulminantes en faisant bouillir dans de l'alkohol soit du nitrate de mercure, soit du nitrate d'argent. Elles détonnent toutes deux très fortement par le choc ou la

chaleur rouge. C'est de cette seconde poudre dont on se sert pour faire les cartes et les dragées fulminantes.

Le jeune de L. Ah! je les connois. On allume les cartes à la chandelle et on écrase les dragées avec le pied. Ce sont de jolies attrapes.

Mr. de P. Pour completter ces notions sur les substances fulminantes je dois ajouter que la propriété de fulminer n'appartient pas exclusivement aux corps en forme de poudre, mais que nous en connoissons déja deux en forme de liquides qui ont l'apparence d'huile. L'une est *l'azote oximuriaté* découvert par Dulong, Chimiste françois qui marche à grands pas dans la carrière des Berthollets. Cette substance se forme par l'action d'un surplus de gaz acide muriatique oxigéné (notre acide muriateux) sur le muriate d'ammoniac. Exposée à une chaleur de 30 degrés elle fulmine violemment.

On obtient l'autre substance de ce genre très facilement en plaçant de l'ammoniaque fluide sous un récipient plein de gaz muriatique oxigéné (notre acide muriateux). Une demie heure après on trouve à la surface intérieure de la cloche de petites gouttes qui ressemblent à de l'huile. Une de ces gouttes, mises sur du papier et chauffée tant soit peu, s'enflamme et détonne violemment. La détonnation a encore lieu lorsqu'au lieu de la chaleur on y mêle une goutte d'huile de thérébentine ou d'olives.

Mr. de L. Vous nous instruisez si amplement des poudres fulminantes qui au fond ne sont que des choses curieuses. Ne nous direz-vous rien du vrai foudre de

la guerre, de *la poudre* par excellence, de ce mélange sublime et diabolique qui décide du sort des Nations sur mer comme sur terre et nous délivre du surcroit de population que la sotte Nature produit?

Mde. de L. Fi, mon ami! Si l'on ne savoit pas que ce que vous dites-là n'est qu'un sarcasme on vous déclareroit impie. La Nature produit-elle jamais trop d'hommes?

Mr. de L. Pour ses buts sûrement pas, mais pour nos besoins factices, pour notre luxe et pour l'ignorance des gouvernemens.

Mr. de G. Et croyez-vous, Général, que ce soit la poudre qui nous enlève ce surcroit de population? L'humanité auroit à s'applaudir si cela étoit. Ce sont les hopitaux militaires où la mort moissonne chaque amnée le dixième de nos énormes armées.

Mde. de L. Le dixième? Cela est il possible? Ainsi dans dix ans de paix toute une armée n'existe plus sans avoir tiré un coup de fusil.

Mr. de V. On ne fait pas ce calcul aux Rois, mais il est vrai!

Mr. de P. Ces réflexions morales, très méritoires si quelque Roi nous honoroit de sa présence, ne nous mèneront pas à l'examen chimique et physique des effets de la poudre. Permettez moi de vous présenter cet examen.

La poudre est composée de salpètre (nitrate de potasse), de soufre et de charbon, sous des proportions qui ne sont pas partout les mêmes. Celle qu'on nomme poudre de chasse et qui passe pour la meilleure, contient 78 parties de salpètre, 10 de soufre et 12 de charbon.

Ces matières doivent être bien purifiées, bien pulvérisées et parfaitement mêlées en sorte que chaque grain et chaque parcelle d'un grain soit composé dans les proportions du tout. Les produits de son inflammation sont très nombreux. Les uns sont élastiques, d'autres solides. Ceux-ci ne contribuent nullement à l'effet qu'on doit aux premiers. Ces produits élastiques sont: l'acide carbonique produit de l'inflammation du charbon par le nitrate de potasse qui abandonne une partie de son oxigène par l'action de la chaleur: La vapeur provenante de l'eau de cristallisation du salpètre: de l'azote et du deutoxide d'azote provenants de la décomposition de l'acide nitrique du salpètre: de l'hydrogène sulfuré produit de la combinaison du soufre avec une partie de l'hydrogène de l'eau, etc.

Robin évalue la quantité de gaz produite par l'inflammation de la poudre, et rammenée à la température moyenne, à 244 fois le volume de la poudre; d'autres à 222 fois, celui de la vapeur non compris. Ajoutez à cela que ces substances élastiques se trouvent au moment de l'explosion élevées à une chaleur brûlante, ce qui augmente leur volume considérablement, et vous concevrez l'élasticité énorme produite par cette inflammation.

Mais cette force élastique n'auroit pas lieu si l'inflammation étoit lente, et plus elle est momentanée, plus l'effet de la poudre est violent. Les Artilleurs ont sur ce point des opinions différentes; les uns croient avec Belidor que la charge ne s'allume que successivement, les autres prétendent avec Robin que l'inflammation est instantanée. Quant à moi, je crois que chacun

des deux partis a tort et raison. Chargez un fusil sans balle ni bourre; l'effet (le son) est très foible; il est presque nul lorsqu'on allume la poudre à découvert sur une table. Ce qui prouve que la poudre à fusil n'est point une poudre fulminante et qu'il faut une forte réaction pour produire une détonnation. Chargeons à présent le fusil à bourre et à balle et voyons ce qui doit se passer. Les premiers grains de poudre (contenus dans la lumière) étant allumés, l'inflammation se communique à la charge et développe les gaz et la vapeur. Ces gaz ne peuvent faire qu'un très petit effet tant qu'ils sont en si petite quantité qu'ils trouvent une issue libre par la lumière du fusil. Mais comme l'inflammation s'étend rapidement à des surfaces toujours plus étendues, la quantité de gaz augmente dans une progression très croissante et le petit canal de la lumière ne leur fournit plus d'issue suffisante. Il se forme par là une compression violente sur le reste de la poudre, compression qui produit une inflammation instantanée, à raison de la résistance que la balle, la bourre et la poudre même opposent par leur inertie a dilatation des gaz. Un accident singulier, qui a eu lieu au siège de Danzig en 1813, confirme cette théorie que nous devons à un jeune officier russe, nommé de Hezel. Les assiégés avoient pointé quelques canons sur une batterie des assiégeants. Le hazard voulut qu'un boulet de canon enfile droit un canon chargé de la batterie. Le choc allume la charge dont la détonnation renvoie aux assiégés le boulet reçu et le nouveau, qui à leur arrivée frappèrent et firent sauter un chariot plein de cartouches.

Mr. de R. Quel hazard! Et combien de millions

de coups de canon n'ont-ils pas été tirés avant qu'il ait eu lieu !

Mr. de P. On pourroit répéter l'expérience en petit dans un très petit canon chargé d'un quart d'once de poudre qu'on essayeroit d'allumer en y enfonçant par un choc violent un cylindre de métal ; car il est connu que le coup de marteau enflamme la poudre. Au reste vous voyez par ces considérations que la meilleure poudre est celle qui s'enflamme le plus rapidement et qui produit le plus de gaz et de vapeurs.

Soixante sixième entretien.

Mr. *de P.* Je vous ai entretenu hier de la poudra de guerre. Passons à présent de cet instrument de carnage à une invention pacifique vouée à la conservation de la vie humaine. Dans les mines, surtout celles de charbon de terre, il se dégage souvent des gaz inflammables composés d'hydrogène et de carbone qui, en se mêlant à l'air atmosphérique, produisent des détonnations mortelles aux mineurs dès qu'on en approche une lampe allumée. Des malheurs de ce genre, où plusieurs hommes sont tués subitement par ces détonnations, sont fréquents et toutes les précautions prises à cet égard n'ont pu les éviter entièrement avant l'usage de *la lampe de sureté de Davy*, qui, introduite aujourd'hui comme la lampe ordinaire des mineurs, rend ces malheurs impossibles. Vous serez sûrement charmée, madame, d'apprendre à connoitre cette lampe, présent bienfaisant que l'humanité doit au génie du célèbre Chimiste qui a d'ailleurs enrichi la Science par ses découvertes.

Mde. de L. Vous pouvez en être assuré. Tout ce qui est utile à l'humanité a des droits sacrés à mon intérêt.

Mr. de P. Ainsi prenons le crayon. Voilà (fig. 11.) le corps de la lampe AB, qui contient l'huile et la mêche platte CD qui brûle au dehors. EF est un tuyau ouvert à ses deux bouts qui sert à verser de l'huile dans la lampe qui n'a d'ailleurs d'autre ouverture excepté celle de la douille, qui porte la mêche. L'ouverture E du tuyau se ferme à vis ou par un bouchon lorsqu'on a rempli la lampe. La mêche brûlant à découvert allumeroit infailliblement les gaz dont on veut prévenir l'inflammation. Un cylindre de verre fermé de tous côtés empêcheroit cet accident, mais empêcheroit en même tems la mêche de brûler par ce qu'il excluroit l'air atmosphérique. Davy y a substitué un grillage cylindrique G de fil de fer ou de cuivre, très fin, soutenu par quatre fils de fer plus forts, aa, bb, cc, dd, qui laisse passer l'air et la lumière et empêche l'inflammation des gaz inflammables.

Mr. de R. Comment celà est-il possible? Quel tissu sera assez fin pour trier en quelque sorte l'air atmosphèrique et arêter les gaz inflammables?

Mr. de P. Ce n'est pas non plus ce que Davy veut. Le cylindre à jour étant rempli d'air atmosphérique et la lampe étant allumée, il permet au gaz inflammable de s'introduire, de se brûler. Mais il veut que cette inflammation ne se communique pas au dehors pour ne pas produire la détonnation qu'on craint, et le tissu métallique fait cet effet.

Mde. de L. J'avoue que je ne comprends pas encore la chose.

Mr. de P. Le gaz inflammable brûle dans l'intérieur du tissu à mesure qu'il y entre et lorsque sa quan-

tité augmente considérablement à raison de la production de ce gaz par la mine, l'inflammation augmente et finit par remplir tout cet espace d'une légère flamme dont la chaleur va jusqu'à rougir le tissu métallique; et cependant le gaz extérieur ne s'enflamme pas. Mais alors, lorsque le procès a atteint ce degré, le mineur doit s'éloigner par ce que le gaz inflammable commence à devenir très nuisible à la respiration.

Mr. de L. J'admire les effets de cette lampe, qui non seulement préserve le mineur de l'explosion, mais l'avertit encore du danger au quel ces gaz exposent sa santé. Mais je ne comprends pas ces effets bienfaisants et vous, au lieu de nous les expliquer, vous ne faites qu'accumuler les difficultés.

Mr de P. Elles se lèvent facilement par le principe que les gaz ne s'enflamment qu'à une très haute température. Le tissu métallique, un des meilleurs conducteurs de la chaleur, enlève cette température à mesure qu'elle se forme et la dissémine dans l'air; et le secret de la chose est de faire ce tissu assez fin, c. à. d. les trous assez petits pour que la chaleur qui se forme dans ces interstices puisse être dissipée par la matière du tissu. Davy a trouvé que le côté de chacun de ces petits carrés vides ne doit pas avoir plus de $\frac{1}{20}$ de pouce anglois, ce qui fait un peu moins de $\frac{1}{20}$ de pouce de france. Son fil de fer a au plus $\frac{1}{20}$ de pouce en diamètre pour ne pas arêter trop de lumière.

Le Comte C. Je souscris volontiers à cette explication; mais il me semble que, dès que le tissu métallique a acquis la chaleur rouge, l'inflammation doit se propager à l'extérieur; car je n'ai pas oublié que

la température de la chaleur rouge fait détonner les gaz inflammables.

Mr. de P. Il étoit question alors de mélanges de gaz hydrogène et oxigène. Mais le gaz qui se dégage des mines est de règle de l'hydrogène plus ou moins carboné qui s'enflamme beaucoup plus difficilement que l'hydrogène pur. Au reste je crois qu'on devroit en tout cas conseiller aux mineurs de ne pas attendre jusqu'à l'instant où le tissu rougit, surtout s'il est de cuivre, mais de s'éloigner dès que la flamme de la lampe a beaucoup augmenté en grosseur.

La lampe de sureté est le fruit de plusieurs expériences et méditations de l'illustre Davy sur l'inflammation, la détonnation et la combustion, qui ont donné naissance à deux nouvelles inventions aussi curieuses qu'utiles à la Science, *la lampe sans flamme* et le *soufflet de Newmann.*

Mde. de L. Une lampe sans flamme? comment pourra-t-elle éclairer?

Mr. de P. Elle éclaire très peu, mais assez pour s'orienter dans ses environs et fournit assez de chaleur pour allumer de l'amadou et une allumette et peut ainsi servir là où l'on ne veut avoir qu'une lumière très foible et la possibilité d'allumer sur le champ une bougie. Mais son utilité pratique est le côté le moins intéressant de cette invention. Vous allez en juger par sa description. AB (fig. 12.) est un vase de verre ou de métal dans le quel on verse par l'ouverture D, qu'on ferme ensuite, de très bon esprit de vin ou de l'éther vitriolique,

deux substances qui se vaporisent abondamment à la température ordinaire. C est un porte-mêche que remplit en entier une mêche de fils de coton de 2 à 3 lignes de diamètre. Immédiatement au dessus de cette mêche se trouve un fil de platine contourné en forme de pas de vis et supporté par un de ses bouts allongé dans un tube capillaire FG. Pour se servir de cette lampe on allume d'abord l'esprit de vin ou l'éther qui est monté dans la mêche. Cette inflammation chauffe bientôt le fil de platine jusqu'au rouge. Alors on éteint la flamme et l'on voit avec étonnement que le fil de platine continue à rougir, et va même presque jusqu'à l'incandescence, sans qu'on s'aperçoive de la moindre flamme. L'esprit de vin, qui s'évapore par la mêche, continue de brûler sans s'enflammer, et produit par cette combustion une chaleur aussi considérable que s'il brûloit avec flamme. Il arrive même quelques fois, surtout avec de bon éther vitriolique, que la chaleur monte jusqu'à l'incandescence, et alors la liqueur vaporisée s'enflamme complettement. On peut placer avec avantage une petite cheminée de verre sur cet appareil comme sur la lampe d'Argant. Mais premièrement cette cheminée ne doit pas appuier tout-à-fait sur la lampe pour laisser entrer l'air dans ce procès, et en second lieu elle doit être couverte au haut d'une virole de cuivre percée à son milieu d'un petit trou d'environ $2\frac{1}{2}$ lignes de diamètre pour modérer le courant d'air. En cet état cette lampe est un joli appareil sans flamme au quel on peut allumer une allumette.

Le Comte C. Ce phénomène est réellement très intéressant.

Mr. de P. Il vous le paroitra davantage par les considérations chimiques que je vais avoir l'honneur d'y ajouter. Il semble que la combustion doit se faire dans la lampe de Davy avec moins d'énergie que l'inflammation proprement dite dans la lampe ordinaire. Eh bien! Dalton a trouvé le contraire. Il a brulé avec flamme et au moyen de sa lampe une portion d'alkohol sous une cloche pleine d'air, et a trouvé qu'à l'extinction de la lampe faute de nouvel air, le résidu gazeux contenoit encore $16\frac{1}{2}$ p. c. de gaz oxigène et 5 p. c. de gaz acide carbonique. Puis il a répété la même opération sans flamme et a trouvé que le résidu ne contenoit plus que 8 p. c. de gaz oxigène, et par contre 13 p. c. d'acide carbonique. Ainsi la combustion sans flamme décompose l'air atmosphérique plus fortement que l'inflammation.

Le Comte C. Ce résultat surprenant est bien fait pour mettre la différence entre l'inflammation et la combustion dans tout son jour. Mais comment expliquez-vous ce fait? Comment la simple combustion peut-elle décomposer l'air, absorber le gaz oxigène plus de deux fois plus fortement que l'inflammation?

Mr. de V. Je n'y comprends rien non plus.

Mr. de P. L'inflammation produit un courant d'air rapide qui force l'air atmosphérique de s'échapper avant qu'il ait livré tout l'oxigène qu'il pourroit livrer, tandis que la chaleur moindre de la combustion lui permet de séjourner assez longtems dans le procès (si j'ose me servir de cette expression) pour livrer plus d'oxigène. Aussi lorsqu'on produit un courant d'air tant soit peu

trop fort dans la cheminée de la lampe sans flamme, le procès diminue d'intensité et le fil de platine cesse de rougir. Si le moment d'après on rallentit le courant, le platine recommence à rougir sans qu'on ait besoin d'inflammation. Je me suis amusé quelquesfois à éteindre et à faire rougir alternativement mon fil de platine tout simplement en haussent et baissant tant soit peu la cheminée de verre.

Mde. de L. Ces expériences sont bien jolies.

Mr. de P. Voici de nouveaux résultats très intéressants. La combustion sans flamme de l'esprit de vin et de l'alkohol produit un liquide qui n'est pas de l'eau simple, comme l'on avoit cru d'abord, mais de l'eau mêlée d'un acide qui n'est pas de l'acide carbonique, mais un acide nouveau, à qui on a donné le nom *d'acide lampique.* Soemmering et Vogel, académiciens célèbres de Munic (le premier est l'illustre Anatomiste) ont découvert cet acide; mais le Chimiste anglois Daniell, le même à qui nous devons les belles expériences sur les sections chimiques des cristaux, a mis une lampe sans flamme en activité pendant 6 semaines pour gagner une pinte et demie de ce liquide afin d'en pouvoir examiner les propriétés sous tous les rapports. Il contient un acide sans couleur d'un goût très fort et d'une odeur suave.

Il est composé de carbone $40\frac{7}{10}$ parties en poids
d'hydrogène $13\frac{7}{10}$ — — —
d'oxigène $45\frac{6}{10}$ — — —

et se distingue des autres acides du règne végétal en ce qu'il contient plus du double d'hydrogène qu'il n'en faut pour saturer l'oxigène, tandis que ceux-ci en con-

tiennent tous moins. L'inflammation ne produit nullement cet acide, mais seulement de l'acide carbonique et de l'eau. Le même Chimiste a comburé de cette manière de l'huile de thérébentine et a produit, outre cet acide, une résine de couleur jaune-brun et d'une odeur agréable.

Le Comte C. Ce qui prouve de nouveau que les huiles peuvent se changer en résines par l'action de l'oxigène. Mais ce qui m'intéresse le plus dans ces expériences c'est de voir l'eau se former sans inflammation.

Mr. de P. Davy nous a livré à cet égard plusieurs expériences, dont le résultat est que les gaz hydrogène et oxigène se combinent lentement et forment de l'eau sous une chaleur au dessus de celle de l'ébullition du mercure et au dessous de celle du verre fondu, sans explosion. Passons au soufflet de Newmann comme troisième fruit des méditations de l'illustre Davy sur l'inflammation.

Vous connoissez ce qu'on nomme la lampe d'émailleur, une lampe des plus simples et des plus grossières qui sert à fondre de petites portions de verre, et dont on augmente l'effet par un courant d'air produit par un soufflet. Ce courant d'air, d'un très petit diamètre mais très rapide, traverse la flamme à la quelle il fournit beaucoup d'oxigène et produit ainsi une inflammation d'une intensité bien plus forte que la lampe sans soufflet. Le soufflet de forge fait en grand le même effet pour la fonte des métaux. On a augmenté la force de cette lampe très considérablement en substituant du gaz oxigène pur à l'air atmosphérique et l'on s'est vu par

là en état de fondre en petit des corps qui résistoient à la chaleur des fourneaux de réverbère. On a en enfin substitué à la flamme de la lampe un courant de gaz hydrogène qui, en se joignant à celui du gaz oxigène, donna encore quelques degrés de chaleur de plus. Si cette réunion avoit pu se faire de manière à combiner ces deux gaz à l'instant de leur inflammation dans la proportion qu'exige la composition de l'eau, alors on eut produit le maximum de chaleur.

Mr. de T. Il me semble qu'il ne devoit pas être difficile de produire un courant de gaz hydrogène qui fournit le double de gaz de celui d'oxigène.

Mr. de P. Assurément. Mais ces deux courans, en se rencontrant ou plutôt en s'écoulant fort près l'un de l'autre ou même l'un dans l'autre, ne sont pas encore mêlés intimement, et ne composent pas encore un gaz homogène, ce qui est nécessaire pour produire le maximum d'inflammation et de chaleur.

Le jeune de L. Pourquoi ne pas les mêler davance et former un seul courant de gaz oxigène et hydrogène bien mêlés?

Mr. de P. Pour ne pas casser la tête au Physicien qui se serviroit de ce soufflet.

Le jeune de L. Cette raison est très valable; mais je n'en trouve pas l'explication.

Mr. de P. La voici. Le gaz que vous venez de composer est, comme vous savez, détonnant et inflammable au plus haut degré, et comme ce gaz, enfermé dans un réservoir, doit s'écouler par un tube pour former le courant, il s'allumera non seulement au sortir du tube, mais aussi dans le tube même et l'inflamma-

tion se propagera de là jusqu'au réservoir; toute la provision détonnera avec une violence presque infinie et tuera le Physicien. On en a fait l'essai; c'est pire qu'un coup de fusil qui crève par une trop forte charge, et les débris du vase sont jettés au loin avec une violence proportionnée à leur résistance.

Mde. de L. Vous m'effrayez, monsieur de P.

Mr. de P. Si cela est, madame, vous concevrez qu'il a fallu quelque courage pour exécuter et employer un soufflet composé précisément sur ce principe. Le soufflet de Newmann n'est pas autre chose qu'un courant de gaz oxigène et hydrogène qui sort d'un tube de verre et qu'on allume à sa sortie, et nous voici au moment d'apprécier le mérite des méditations de Davy à cet égard. Davy, partant du principe que, toute inflammation exigeant un certain degré de chaleur pour s'effectuer et ayant prouvé par diverses expériences et par sa lampe de sureté que l'inflammation ne se progage pas lors qu'on lui enlève quelques degrés de chaleur, quoiqu'il y ait contact entre le gaz enflammé du dedans au dehors, jugea que si l'on produisoit un courant de gaz détonnant très mince au moyen d'un tube capillaire, l'inflammation ne pourroit pas se propager jusqu'au réservoir, et fixe à cet effet le diamètre intérieur du tube capillaire à $\frac{1}{80}$ de pouce anglois.

Mr. de T. Quel courant étroit! Ce n'est qu'un septième de ligne de france.

Mr. de P. Et cependant il fond le platine, le quarz, le cristal de roche, toutes les matières connues, de sorte qu'il n'existe plus dans la Nature un corps connu qui soit infusible; et l'effet de ce soufflet surpasse par-

conséquent ceux des meilleurs fourneaux de reverbère et des plus grands miroirs ardents.

Mde. de L. Cela est bien étonnant, mais je tremble du danger au quel les Physiciens et Chimistes s'exposent dans ces expériences.

Mr. de P. Aussi, madame, a-t-on imaginé une douzaire de méchanismes pour éloigner le danger, qui tous sont plus ou moins compliqués, et prouvent que leurs auteurs sont de mauvais Mécaniciens. Au risque de m'attirer le reproche de vanité je passerai tous ces essais sous silence pour vous décrire celui que j'ai inventé et exécuté dès que les journaux m'eurent donné la première idée de cet instrument nouveau.

L'anglois Newmann, et ses confrères qui se sont occupés de cet objet, ont commis deux fautes essentielles, dont l'une consiste à avoir crée le danger en mêlant et comprimant par une pompe foulante les deux gaz en masse de plusieurs cents de pouces cubes, l'autre en employant des tubes capillaires de verre de 3 pouces de longueur pour produire le courant de gas, tubes qui se rompent très souvent et rendent par là le danger imminent. Cette dernière faute est d'autant plus grande que le verre étant un très mauvais conducteur de la chaleur, n'enlève presque pas de calorique au gaz au quel il sert de passage et fomente par là son inflammation, tandis qu'un tube de métal dissipe aisément la chaleur communiquée au gaz contenu dans son intérieur.

Mr. de T. Je trouve ce défaut très excusable; car je ne conçois pas comment faire un foret qui perce un trou de $\frac{1}{7}$ de ligne dans un cylindre de métal de 3 pouces de longueur.

Mr. de P. D'avis; mais cela n'est pas nécessaire. Vous verrez par l'idée de mon appareil comment je me suis tiré d'affaire à cet égard. Prenons le crayon. A et B (fig. 12 et 13.) sont deux réservoirs cylindriques de ferblanc, dont l'un A contient l'hydrogène et l'autre B l'oxigène. Leurs volumes sont dans le rapport de 2 à 1. Ils ont tous deux la même hauteur de 5 pouces, mais leurs diamètres sont différents; celui de A a 7 pouces, celui de B a 5 pouces. On peut leur donner de bien plus grandes dimensions, si l'on veut, mais ils doivent toujours avoir la même hauteur et leurs diamètres être tels que les carrés soient à très peu de chose près comme 2 à 1. Sous les dimensions alléguées ces deux réservoirs fournissent un courant continu qui dure 5 minutes. Chacun de ces réservoirs a à son fond un tuyau d'écoulement ab terminé par un robinet ordinaire. C est un gros robinet au quel aboutissent deux tuyaux de communication zz avec chacun des réservoirs. Ce robinet a trois ouvertures dont deux aboutissent à ces deux tuyaux et la troisième à un troisième tuyau vertical DHIE de 6 pieds de hauteur et d'un pouce de diamètre, surmonté d'un réservoir F qui contient de l'eau. En tournant ce robinet à droite ou à gauche on établit ou intercepte la communication entre le grand tuyau et les deux petits. Tout l'appareil est placé sur un banc GH à portée de l'expérimentateur.

Vous voyez par cette première partie de la description que, le réseroir F étant plein d'eau, on peut au moyen du robinet C faire couler cette eau avec égale pression dans les deux réservoirs A et B et comprimer par là les deux gaz avec une pression égale à la colonne

d'eau contenue dans le tuyau et le réservoir; ce qui produira un écoulement des deux gaz parfaitement égal.

Pour faire entrer les gaz dans leurs réservoirs respectifs on ouvre la vis c et l'on remplit les réservoirs d'eau par la même ouverture. Le gros robinet C étant ouvert et le réservoir F vide, l'eau se mettra en équilibre dans les deux réservoirs des gaz et dans le tuyau montant. Puis on adapte en c un tube élastique qui aboutit à une cloche qui contient le gaz qui doit passer dans le réservoir. Avant de faire passer le gaz on ferme le gros robinet C, puis on ouvre le robinet b pour faire écouler l'eau qui se remplace par le gaz.

Voyons à présent comment se fera le mélange des deux gaz séparés et leur écoulement. Chacun des deux réservoirs a un tuyau recourbé hk qui aboutit à une petite caisse demi-circulaire de laiton très mince où les gaz se rendent, dont le volume intérieur n'est qu'un demi pouce cube. Ce volume est partagé en deux petites chambres par une cloison horizontale, et c'est à la chambre inférieure qu'aboutissent les deux tubes hk. Ainsi les deux gaz en s'écoulant dans cet espace étroit s'y mêlent déja. Mais en outre la cloison a une entaille à sa circonférence qui permet aux gaz de passer dans la chambre supérieure, passage qui rend leur mélange plus parfait; et c'est de cette chambre supérieure qu'ils passent par x dans le tuyau d'écoulement rq (fig. 14.).

Ce tuyau, qui doit fournir la plus grande sureté, est en fer, a 3 pouces de longueur et une ligne entière de diamètre; mais parcontre il est rempli de 7 fils de fer, chacun d'eux de $\frac{1}{3}$ de ligne d'épaisseur. Vous voyez par la coupe de ce tuyau que je vous dessine

(fig. 15.) que ce tuyau se change par là en 12 tubes capillaires et triangulaires, qui tous laissent passer du gaz. Pour réunir ces douze filets de gaz en un seul je visse au bout du tuyau une pointe cônique de fer s (fig. 14.) percée sur sa longueur de 10 lignes d'un tube de $\frac{1}{25}$ de pouce de france. La base de ce cône laisse entre elle et les bouts de fils de fer un espace qui n'a que $\frac{1}{5}$ de ligne de profondeur. Le fer étant un bon conducteur de la chaleur vous concevez que de si petits filets de gaz ne peuvent jamais s'y échauffer jusqu'à s'enflammer, et l'expérience m'a appris que lorsque je fais écouler les gaz avec une vîtesse 7 à 8 fois plus grande que celle que produit une colonne d'eau de 6 pieds, le bout seul du cône s commence à rougir.

Comme les deux gaz doivent commencer à s'écouler de chaque réservoir au même instant, les deux robinets i (qui permettent ou arrêtent cet écoulement sont armés chacun d'un bras i t (fig. 14.) et ces deux bras sont réunis par une tringle tt fixée à charnière aux bras en t, et qu'on saisit en u pour ouvrir ou fermer les deux robinets à la fois. Enfin, comme il est nécessaire de savoir quand les gaz sont épuisés et les réservoirs pleins d'eau, j'ai adapté à chaque réservoir un tube de verre df qui communique en d et en e avec l'intérieur du réservoir. L'eau montant dans les réservoirs monte également dans les tubes et fait voir qu'elle hauteur elle a atteinte, et indique parconséquent le moment où les gaz sont consumés, et l'expérimentateur ferme les robinets i un instant auparavant, pour empêcher l'eau de monter dans les tuyaux hk et de passer dans le reste de l'appareil.

Vous aurez trouvé, madame, cette description un peu longue; mais j'ai cru devoir vous donner ces détails pour vous mettre bien au fait de l'usage de cet appareil qui réunit à la plus grande commodité une sureté complette. Voici la manière dont je m'en sers. Je suppose les réservoirs A et B déja remplis de gaz et les ouvertures c de même que les cinq robinets C, i et i, b et b fermés. Je remplis d'eau la cuvette F et le tuyau ED, qui en contient déja jusqu'à la hauteur des ouvertures c et c. En cet état l'instrument est chargé. Pour le mettre en activité j'ouvre le grand robinet C; l'eau de la cuvette F se répand dans les deux réservoirs A et B et comprime également les gaz qui ne peuvent pas encore s'échapper, les robinets i et i étant encore fermés. A l'instant où ils s'ouvrent le courant paroit à la pointe s et on l'allume, ce qui peut se faire soit avec du papier, soit avec un bâton de verre ou un charbon ardents.

La chaleur que cette flamme produit est prodigieuse. Un fil d'or très mince s'y réduit en fumée et un fil d'une ou deux lignes de diamètre y fond comme du plomb à une chaleur ordinaire. Le platine de même de diamètre y fond quoique plus lentement et lance des éteincelles en tout sens. Le fer y bouillonne et produit, comme une roue d'éteincelles de fer brulant. Toutes les terres ou pierres fondent à cette flamme, nommément le cristal de roche, infusible jusqu'à l'invention de Newmann. Pour ces expériences on saisit le corps à fondre avec une pince ou bien on le place dans un trou fait dans un morceau de charbon. C'est sur tout pour ce dernier genre d'expériences que le tube

r s (fig. 14.) a une situation inclinée qui approche jusqu'à 30 degrés de la verticale, afin que les objets se tiennent avec sureté dans le petit creuset de charbon. J'ai augmenté la colonne d'eau de compression jusqu'à une hauteur de 20 pieds et les effets ont été plus rapides à raison de la plus grande vîtesse avec la quelle le gaz s'écoule et se consume.

Mr. de R. Ces effets seroient prodigieux, si on augmentoit cette hauteur jusqu'à 100 pieds et plus.

Mr. de P. J'ai construit un autre instrument où j'ai comprimé le gaz inflammable au moyen d'une pompe foulante jusqu'au dixième de son volume, employant toujours le même tube plein de fils de fer pour l'écoulement, espérant obtenir un effet bien supérieur. Mais j'ai été bien trompé dans mon attente. Le gaz ainsi comprimé ne s'est plus allumé à sa sortie, et ce n'est qu'après avoir perdu $\frac{3}{4}$ de son élasticité, c. à. d. avoir été réduit à une élasticité de $2\frac{1}{2}$ fois la pression de l'atmosphère qu'il a commencé à brûler. Les Anglois compriment le gaz dans leur appareil également jusqu'au huitième ou dixième de son volume et il s'allume à sa sortie, ce qui prouve que ce gaz perd dans les détours qu'il est obligé de faire dans leur appareil et par le si petit diamètre de leur tuyau capillaire également les trois quarts de sa vîtesse.

Le jeune de L. D'où vient que le gaz ne s'allume plus lorsqu'il s'écoule si rapidement? La vîtesse de sa sortie seroit-elle si grande que l'inflammation ne pût pas se propager?

Mr. de P. Assurément pas; car la vîtesse de l'inflammation surpasse de beaucoup la vîtesse de l'écoule-

ment même sous cette forte pression. Mais c'est la grande dilatation subite qui a lieu à la sortie du gaz, qui cause ce phénomène. Cette dilatation réfroidit le gaz si considérablement que la flamme d'une allumette ou la chaleur rouge du verre ne suffisent plus pour l'enflammer.

Le Comte C. Ainsi l'augmentation de la chaleur par la vîtesse d'écoulement a ses bornes et ne peut croitre au de là que par l'augmentation du diamètre du tuyau d'écoulement qui a également ses bornes, qui peut-être ne sont pas encore connues.

Mr. de P. Cela est très juste. Mais voici une observation bien étonnante et qui m'a surpris moi-même extrêmement. Je m'étois attendu à voir ce rapide courant d'air enflammé jetter une lumière brillante. Mais points du tout; cette flamme qui produit une chaleur si puissante est à peine visible de jour et ne fournit dans l'obscurité pas assez de lumière pour pouvoir lire à sa lueur. Par contre les corps peu fusibles exposés à cette flamme invisible répandent une lumière éblouissante qui ne le cède pas à celle du soleil, et le Physicien qui doit observer son expérience de près est obligé d'armer ses yeux d'une lunette de couleur pour conserver sa vue. Ce phénomène, secondé de l'expérience de Wedgwood fils sur le fil d'or qui devient incandescent et lumineux par l'action d'un courant d'air brulant mais sans lumière, et de mon expérience avec la lampe d'Argant chargée d'esprit de vin, nous rammène à une considération sur le luminique que j'ai promise autrefois à mon aimable auditoire.

Mr. de G. Ces phénomènes frappants doivent nous mener à des iées nouvelles.

Mr. de P. N'espérez pas trop de l'analyse de ces phénomènes, que je vais vous donner de mon mieux. Le produit de l'inflammation du gaz hydrogène et oxigène est de l'eau en forme de vapeur, presque sans lumière, et une chaleur énorme, ce qui fournit une nouvelle preuve contre l'opinion de l'identité du calorique et du luminique. Cette chaleur, qui ne développe ici (de même que dans l'expérience de Wedgwood) presque aucune lumière, en développe une quantité immense dans le corps solide sur le quel elle se décharge. Ceci doit nous faire présumer que la forme des corps joue un très grand rôle dans le dégagement de la lumière.

Mr. de L. Je l'avois prévu que ce seroit une des grandes sorcières de monsieur de P., ou la marche chimique, ou la forme des corps, qui feroit l'affaire.

Mr. de P. Patience, Général! N'exigez pas trop de ces soi-disantes sorcières. Observons à présent les autres flammes; elles sont toutes beaucoup plus lumineuses que celle du gaz hydrogène, qui fournit le moins de lumière lorsque ce gaz est bien pur et a reposé quelque tems avant d'être allumé. Celles des combustibles composés d'hydrogène et de carbone produisent toutes de la fumée, substance solide, que le gaz oxigène, soutenu d'une température élevée, dévore complettement dans la lampe d'Argant. Celle de phosphore produit un acide également de forme solide. Ces matières solides infiniment déliées se trouvent dans leur flamme presque à la même température que les corps exposés à celle du soufflet de Newmann; ils doivent donc briller de lumière comme ceux-ci, et c'est cette lumière

que nous appellons la lumière de la flamme. Et à cet égard Newton a fait une vraie prophétie en disant que *la flamme est une fumée chauffée jusqu'à l'incandescence.*

Mr. de R. Newton est toujours grand; son génie anticipe les siècles.

Mde. de L. Ce principe de Newton se soutiendra-t-il par tout?

Mr. de P. Voyons. La flamme du soufre brûlant à l'air commun fournit peu de lumière. Aussi le produit de cette inflammation est-il un acide qui à cette température a la forme de vapeur, non de solide; et le peu de lumière que cette flamme dégage doit être assigné au soufre sublimé qui se trouve dans son intérieur sans contact avec l'oxigène de l'atmosphère mais chauffé presque jusqu'à l'incandescence. Lorsqu'on fait bruler le soufre dans du gaz oxigène pur, la lumière est incomparablement plus grande et plus blanche, par ce que la chaleur, alors bien supérieure, volatilise une bien plus grande proportion de soufre à la fois qui acquiert en même tems une température bien plus élevée. Une grande partie de la lumière du phosphore allumé provient également du phosphore volatilisé qui n'est pas encore entré en combinaison avec le gaz oxigène; et comme le produit de son inflammation est également une substance solide, vous expliquerez par là pourquoi la vivacité de la lumière du phosphore est supérieure à celle du soufre.

Le Comte C. Ainsi les flammes qui contiennent ou produisent le plus de corps solides, doivent fournir, toutes choses d'ailleurs égales, le plus de lumière,

et celles qui en contiennent ou n'en produisent pas doivent produire des flammes mortes.

Mr. de P. C'est mon avis.

Le Comte C. Mais les gaz composés d'hydrogène carboné fournissent des flammes très lumineuses.

Mr. de P. Aussi voyons-nous que l'inflammation de ces gaz produit de la fumée; ce qui provient de ce que cette inflammation combine d'abord le gaz oxigène avec le carbone de manière à former un oxide solide, et ensuite, dans une seconde opération, de manière à former de l'acide carbonique. Par contre le gaz hydrogène simple et pur, ne pouvant former par sa combinaison avec le gaz oxigène autre chose que de l'eau en forme de vapeur, ne produit pas de lumière, et le peu qu'on en aperçoit ne provient probablement que de la poussière de l'air de la chambre qui se mêle au courant brûlant.

Le Comte C. Ainsi il n'y a que les solides qui soient capables de devenir lumineux.

Mr. de P. Pardon, monsieur le Comte. Il faut ajouter aux solides les liquides qui peuvent supporter les degrés de chaleur nécessaires sans se changer en vapeur. Tels sont le platine, l'or, l'argent, le fer etc., de même la plûpart des terres qui, mises en fusion, brillent fortement. Ainsi nous devons dire que tous les corps, solides et liquides, chauffés dûment fournissent des jets de lumière d'autant plus vive que la chaleur employée est plus grande; et voilà le phénomène de l'inflammation rangé avec celui de la phosphorescence.

Mde. de L. Ce résultat m'étonne. Je n'eusse jamais pensé que les effets violents de l'inflammation se range-

roient dans la classe de ces petits phénomènes lumineux opérés par les rayons du soleil ou par le frottement ou par une légère chaleur. J'admire la suite de raisonnemens qui nous a conduits à ce résultat.

Le Comte C. Nous pouvons faire encore un pas de plus dans cette belle carrière et poser en thèse, à ce qui me semble, que le dépôt de la lumière se trouve dans les solides et les liquides.

Mr. de P. A l'exception des gaz et des vapeurs?

Le Comte C. Je crois devoir le conclure des phénomènes que vous nous avez présentés, les gaz et les vapeurs n'étant pas susceptibles de luire.

Mr. de P. Je crois au contraire que tous les combustibles et sous toutes les formes contiennent les luminiques et que l'oxigène seul fait exception, que ceux qui sont à l'état de gaz les dégagent dès qu'on les prive de la grande expansion qui leur est propre dans leur état naturel. Lorsqu'on allume par compression un mélange de gaz hydrogène et oxigène, la détonnation, dégage une lumière vive (observation de Biot), et même on aperçoit un dégagement semblable, quoique plus foible, lorsqu'on charge le briquet à air d'air commun dans l'expérience de Mollet que j'ai déja eu l'honneur de vous décrire vers la fin du chapitre de la chaleur. Ainsi dans l'expérience du soufflet de Newmann nous ne voyons pas de lumière par ce que les gaz, en se réunissant par l'affinité chimique, produisent de la vapeur d'eau, substance d'une grande dilatation augmentée encore par une énorme chaleur. Mais le gaz hydrogène n'en contient pas moins du luminique, que je regarde comme le principe qui lui donne la forme de gaz, de

même que le calorique la donne à l'oxigène; ce que j'ai déja énoncé lorsqu'il étoit question de la combinaison de l'oxigène avec l'hydrogène. Vous êtes à présent en état de juger si cette assertion est vraie ou non.

Le Comte C. Les faits que vous avez cités sont bien faits pour en prouver la vérité.

Mr. de L. Et j'ajoute à ces faits une nouvelle analogie, celle du gaz oxigène qui ne produit de la chaleur qu'en perdant sa forme gazeuse ou au moins une partie du volume qu'il occupe.

Mde. de L. Quelle indulgence, mon ami, vous prend à l'instant!

Mr. de L. (*riant.*) Un seul ton n'est pas de la Musique.

Mde. de L. Profitez, monsieur de P., de ce beau moment pour nous présenter encore bien des choses nouvelles.

Mr. de P. Je suis fâché, madame, de ne pouvoir obéir. La théorie de l'inflammation est terminée et vous ne voudriez pas que j'en entamasse encore ce soir une nouvelle.

Mde. de L. Assurément pas; car vous nous avez donné ce soir tant de choses épineuses que je ferai fort bien de prendre du tems pour les digérer.

Soixante septième entretien.

Mr. *de P.* Vous avez, madame, accordé beaucoup d'intérêt à ce que j'ai eu l'honneur de vous offrir sur l'inflammation. Permettez moi de réclamer la même faveur pour le procès de la *fermentation.*

Mr. de L. Les buveurs vous témoigneront le plus d'intérêt puisque c'est à la fermentation que nous devons le vin, l'eau de vie, la bière.

Mr. de P. Nous lui devons bien autre chose encore que les liqueurs fortes. C'est elle qui nous fournit le sucre, le pain et la pourriture.

Mde. de L. Passe pour le sucre et le pain, pour les quels je veux être très reconnoissante à la fermentation. Mais quant à la pourriture vous voudrez bien me dispenser de tout devoir à son égard.

Mr. de P. Vous savez, madame, avec quel plaisir je me soumets à vos volontés. Mais cette fois-ci je me sens forcé de vous prier d'accorder vos hommages bien sincères à la fermentation pour le don inapréciable qu'elle nous fait chaque jour en produisant la pourriture. Car c'est à la putréfaction de la quantité immense de végétaux morts que nous devons le terreau,

l'engrai le plus puissant, l'unique que la Nature employe pour faire croître les végétaux, pour renouveller chaque année la verdure des prairies, le tapis de fleurs que chaque printems nous offre et les dons de Céres et de Pomone. C'est à la putréfaction en outre que nous redevons même le sol, la place que nous occupons sur notre globe; car si les corps morts ne pourrissoient pas; ils couvriroient la surface entière de la terre. Supposons que tout le globe habité ne contienne que 300 millions d'habitans et que la race humaine vivante se renouvelle tous les 40 ans; depuis 6000 ans qu'il est habité il nous offriroit 45000 millions de cadavres humains et un nombre incalculable d'autres cadavres d'animaux de toute espèce, depuis le moucheron jusqu'à l'éléphant; et vous concevrez que la surface de la terre ne seroit qu'un vaste cimetière où nous ne pourrions plus nous remuer.

La fermentation putride nous délivre de tous ces cadavres, dont la végétation s'approprie les débris par des procédés que nous sommes encore bien éloignés de comprendre tous, pour former les plantes qui fournissent à l'homme et aux animaux leur nourriture, leur gîte et la plûpart de leurs besoins.

Mde. de L. Ainsi c'est du sein de la mort que la Nature fait jaillir la vie, c'est par la destruction qu'elle crée! Dieu puissant! Dieu de bonté! Chaque pas que je fais dans l'étude se tes oeuvres me rammène à tes pieds par la reconnoissance et l'adoration. Chaque instant de ma vie, chaque instant de la vie de tous les êtres que tu as créés, est signalé par une merveille, par un acte de bonté et de sagesse infinies.

Mr. de P. Oui, madame. Ce sentiment sublime que vous exprimez avec tant de vérité, est celui que nous éprouvons à chaque coup-d'oeil que nous jettons sur l'oeuvre du Créateur, sentiment qui, quoique répété si souvent, nous paroit toujours nouveau, toujours délicieux par ce que c'est le plus noble besoin de notre âme.

Mde. de L. Me voilà bien revenue de mon préjugé. Hâtez vous de nous expliquer les merveilles de la fermentation.

Mr. de P. La fermentation est une décomposition des corps du règne végétal et animal qui se fait sans l'aide d'une haute chaleur et des acides, moyens dont nous nous servons ordinairement pour décomposer les corps. La Nature la produit le plus souvent elle seule; mais il est aussi des fermentations produites par l'Art.

Mde. de L. Y a-t-il donc plusieurs fermentations?

Mr. de P. Proprement pas. La fermentation est un vaste procès chimique composé de plusieurs procès qui se succèdent, qui engrennent en quelque sorte les uns dans les autres. Nous avons distingué les époques les plus saillantes de ce grand procès, celles où la Nature, à elle seule ou secondée de l'Art, fournit des produits déterminés dont nous usons dans la vie commune. De là l'idée de plusieurs fermentations, qui ont été observées surtout dans le règne végétal.

Mr. de R. Puisque le règne végétal joue ici le premier rôle, monsieur le Comte C. se trouvera comme chez soi; mais nous autres qui ne connoissons pas les plantes, nous nous trouverons en pays étranger.

Mde. de L. Où je crains de me perdre.

Mr. de P. J'étois sur le point, madame, de vous prier de me permettre de vous orienter en vous fournissant quelques notions préliminaires sur la Chimie des plantes, science presque nouvelle qui, de même que la chimie animale, offre un champ immense à exploiter.

Toutes les parties des végétaux, décomposées par le feu ou les acides minéraux, fournissent de l'hydrogène, du carbone et de l'oxigène, en sorte qu'on peut regarder ces trois substances simples comme les principes des végétaux. Les graines de plusieurs plantes, surtout des graminées, contiennent en outre de l'azote, et comme le règne animal se distingue chimiquement du végétal par une quantité très notable d'azote mêlée à l'hydrogène, l'oxigène et le carbone, les parties des végétaux qui contiennent ce quatrième principe forment en quelque sorte un pont entre ces deux règnes organiques. Il existe même quelques familles de végétaux qui s'assimilent à cet égard au règne animal, ce sont les champignons, dont le gout même rappelle celui de la viande.

Mr. de R. Ainsi dans le nombre immense de ses productions organiques la Nature n'a point établi de caste absolument isolée des autres, pas plus que dans le règne minéral.

Le Comte C. L'homme veut être plus sage que la Nature. L'Indien, l'Egyptien, le Chinois, tous les peuples de l'Orient, ont partagé la seule famille humaine en plusieurs castes séparées les unes des autres par des barrières insurmontables, et nous autres Européens avons perpétué même dans nos législations modernes au moins une caste distinguée des autres, peut-

être pour nous rappeller que nous sommes les frères cadets des peuples de l'Asie.

Mr. de P. Vous allez, monsieur le Comte, avec vos hérésies politiques, exiter entre nous une toute autre fermentation que celle dont j'ai à vous parler. Retournons à nos végétaux.

On extrait des plantes, par des opérations tantôt chimiques tantôt mécaniques, plusieurs substances qui ont un caractère particulier, désignées sous le nom de *substances végétales*, dont les principales sont: l'amidon, le gluten, le sucre, la gomme, les résines, les huiles et les acides végétaux. Vous connoissez, madame, toutes ces substances, à l'exception peut-être du gluten, que je vais avoir l'honneur de vous décrire. On fait une pâte de farine qu'on malaxe en ajoutant petit à petit de l'eau. Cette eau devient laiteuse et emporte toutes les parties de la farine à l'exception du gluten qui se trouve complettement extrait lorsque l'eau n'est plus laiteuse. Cette substance végétale est grisâtre, molle, élastique et collante, insoluble dans l'eau, froide ou chaude; mais l'eau bouillante la rend cassante. Les acides végétaux et plusieurs autres, de même que les alkalis, la dissolvent. Elle contient de l'hydrogène, du carbone, de l'oxigène et beaucoup d'azote. Plongée dans l'eau elle pourrit facilement à la température ordinaire.

Toutes les autres substances végétales nommées sont composées d'hydrogène, de carbone et d'oxigène sous diverses proportions et dans différentes combinaisons chimiques de leurs principes. Par contre elles paroissent ne s'unir entre elles que par attraction de surface

pour former ce qu'on nomme les *parties des plantes*, le bois, l'écorce, les feuilles, les semences, la sève, les sucs etc.

L'oxigène contenu dans les substances végétales qui ne contiennent point d'azote joue un rôle important; il détermine en quelque sorte la nature de la substance par ses proportions à l'hydrogène. Lorsqu'il y a plus d'oxigène qu'il n'en faudroit pour produire de l'eau, alors la substance végétale est un acide; de là provient le grand nombre des acides végétaux. Lorsque la quantité d'oxigène est à celle d'hydrogène dans la même proportion que dans l'eau, alors la substance végétale est du sucre, de la gomme, de la fibre ligneuse, de l'amidon etc. Enfin s'il y a moins d'oxigène qu'il n'en faudroit pour former de l'eau, alors la substance végétale est éminemment combustible; c'est de l'huile, de la résine, de l'alkohol etc.

Au reste cette influence de la proportion de l'oxigène à l'hydrogène dans les substances végétales ne doit pas nous porter à croire qu'il n'existe d'affinité qu'entre ces deux principes et que le carbone ne s'y trouve que comme spectateur. Il y existe en vraie combinaison chimique avec eux; ses combinaisons y sont aussi importantes que ses proportions, et nous devons considérer les substances végétales comme de vraies combinaisons des trois ou quatre principes, produites par l'affinité mutuelle soit physique soit chimique de l'hydrogène, du carbone, de l'oxigène et de l'azote. D'où vous conclurez que la variété des substances végétales possibles doit être très grande. Aussi, quoique nous connoissions déja un très grand nombre de ces sub-

stances, on en découvre toujours encore de nouvelles.

Ces combinaisons mutuelles se tiennent réciproquement en équilibre, équilibre plus ou moins stable dans différentes de ces substances. Sa plus grande stabilité réside dans la première classe qui n'offre que des acides, qu'on ne peut décomposer que par les réagents les plus énergiques. Les substances de la troisième classe contiennent peu d'oxigène, les unes, telles que les huiles grasses, si peu qu'on doute même qu'il y en ait, et leur équilibre est encore très stable, par ce que l'oxigène est, à raison de sa moindre quantité, lié très fortement aux autres principes. La seconde classe par contre est composée de substances avec une grande quantité d'oxigène sans cependant former des acides.

Comme la fermentation est une décomposition des substances organiques opérée par de foibles moyens, nous devons nous attendre à ce que la fermentation se manifeste surtout dans la seconde classe de substances végétales. Et c'est en effet ce qui a lieu, les substances de la première classe, les acides végétaux, et celles de la troisième classe, les substances éminemment combustibles, n'étant nullement susceptibles de fermentation, ce procès ne convenant qu'aux substances de la seconde classe.

Mde. de L. Cette transition des principes de la Chimie végétale à la fermentation me surprend agréablement. Ce sont des vues générales qui me plaisent, d'autant plus que je crois entrevoir le fil qui les lie à ce que vous nous avez dit sur le rôle de l'oxigène des com-

bustibles dans le procès de l'inflammation et sur les inflammations spontanées.

Mr. de P. J'admire, madame, votre sagacité; j'avois craint que la turbulence du procès de l'inflammation ne vous parût trop éloignée de la lenteur, de la gravité (si cette expression m'est permise) de ceux de la fermentation pour soubçonner que ces deux procès eussent quelque chose de commun.

Mde. de L. Mettez, monsieur de P., s'il vous plait, votre admiration de côté, qui ici ne peut que paroitre plaisante, pour entamer notre matière qui à chaque pas m'inspire un nouvel intérêt.

Mr. de P. La fermentation étant une opération chimique, elle ne peut avoir lieu que par l'intermédiaire d'un fluide. Aussi lorsqu'on fait disparoitre tout le liquide que les substances susceptibles de fermentation contiennent, la fermentation n'a-t-elle plus lieu, et cela se fait soit par la gelée, soit par l'évaporation. Aussi les viandes et les poissons gelés se conservent-ils facilement, et l'on rend même le bouillon de viande inaccessible à la fermentation putride en faisant évaporer toute l'eau qu'il contient. Mais le premier de ces moyens altère un peu la saveur des substances animales et détruit même celle des végétaux qui nous servent de nourriture, par ce que l'acte de la congélation suffit déja pour y altérer l'équilibre d'affinité des principes des substances susceptibles de fermentation, de même qu'une température plus élevée. D'où nous devons conclure que chaque substance végétale ou animale, susceptible de fermentation et imprégnée de liquide, ne cesse de fermenter qu'à un certain degré de température propre

à chacune d'elles, celui où le liquide qu'elle contient est sur le point de geler; et le procès de la fermentation, à partir de ce point, augmente avec la température, à moins que celle-ci ne soit assez grande pour priver cette substance de son liquide. C'est ce que l'expérience nous prouve dans tous les genres de fermentation.

Mr. de G. Mais quels sont ces genres de fermentation? Je suis bien curieux de les connoitre.

Mr. de P. Nous n'en avons jusqu'à présent distingué que cinq dont les noms se rapportent aux produits principaux qu'elles nous fournissent. Ce sont la fermentation sucrée, vineuse; acide panée et putride. La première fait le sucre, la seconde le vin et l'alkohol, la troisième le vinaigre, la quatrième le pain, et la cinquième a pour produit la pourriture, c. à. d. la dissolution complette de la substance organique. Parcourons succintement ces cinq opérations bienfaisantes que nous devons à la Chimie soit de la Nature soit de l'Art.

Mde. de L. Pas si rapidement, je vous prie.

Mr. de L. Sur tout pour la première, n'est-ce pas, madame. Votre eau sucrée, qui vous gâte l'estomac, vous tient à coeur.

Mde. de L. C'est presque ma seule nourriture.

Mr. de V. Malheuresement pour votre santé.

Mde. de L. Et vous aussi vous vous rangez du côté de mon mari!

Mr. de L. Et toi aussi, mon fils Brutus! disoit César en recevant le coup mortel de Brutus qu'ils chérissoit.

Mr. de V. Ce n'est pas un coup mortel, mais un coup de vie que je voudrois porter à madame de L. en l'engageant à abandonner son eau sucrée pour une nourriture plus solide.

Mr. de P. Nous y avons déja tous perdu notre latin. Nous ferons mieux de traiter la *fermentation sucrée.* Il n'y a que peu d'années que nous ne savions presque rien sur la formation de sucre. La Nature le produit dans toutes les plantes, mais en plus grande abondance dans le bouleau, l'érable, la bette-rave et surtout dans la canne à sucre. Nous savions que l'acte de la germination et l'opération que nous faisons pour produire le malt des brasseries produit du sucre et qu'il se dégage en même tems de l'acide carbonique du grain que nous y employons. Le Chimiste Kirchhof, Académicien de Pétersbourg, a le premier composé chimiquement du sucre. Pour cet effet il délaye de l'amidon dans beaucoup d'eau et le fait bouillir pendant 24 heures avec un peu d'acide sulfurique. Le tout étant réfroidi il fait évaporer l'eau et raffine le résidu à la manière ordinaire pour gagner le sucre en forme solide. Ce sucre est aussi blanc et aussi compact que le plus beau sucre de canne; mais il n'est pas cristallisé comme celui-ci.

Le Comte C. Ainsi le sucre paroit être une combinaison de l'amidon avec de l'acide sulfurique.

Mr. de P. Pardon, monsieur le Comte. J'ai oublié de vous dire que Kirchhof enlève l'acide à sa masse encore liquide au moyen d'un peu de chaux et ses expériences ont prouvé, au grand étonnement des Chimistes, que son procédé enlève complettement tout

l'acide, en sorte qu'il n'en reste pas un atome dans la masse sucrée.

Le Comte C. Que fait donc l'acide dans ce procès?

Mr. de P. Je l'ignore; je vois seulement une analogie avec un autre effet du même acide dans la décomposition de l'eau par le fer; il change la proportion d'affinité des trois principes. Théodore de Saussure nous a instruit sur la nature de ce procès par une suite d'expériences dont les résultats sont extrèmement frappants; il a fait du sucre avec de l'amidon sans employer de l'acide ni aucun autre réagent. Son premier essai se fit avec une portion d'amidon délayée dans 12 fois autant d'eau bouillante, qu'il abandonna pendant 2 ans à elle-même dans un vase ouvert. Au bout de ce tems il examina son liquide qui étoit devenu une pâte par l'évaporation à la quelle il trouva un goût sucré. Il la délaya dans beaucoup d'eau et essaya d'en extraire la matière sucrée en y versant de l'esprit de vin. L'évaporation de cette liqueur fournit du sucre en quantité égale à 37 p. c. de la portion d'amidon que Saussure avoit employée.

Le Comte C. C'est apparemment l'oxigène de l'atmosphère qui a produit cette décomposition de l'amidon.

Mr. de P. Les Chimistes ont généralement cru que c'étoit là le principe de la formation du sucre dans la germination des semences et dans la confection du malt. Saussure paroit en avoir douté; car il fit les deux expériences suivantes: Il se prépara une masse d'amidon délayée comme la première dans l'eau bouillante, en mit la moitié dans une jatte exposée à l'air et rem-

plit de l'autre moitié une grande bouteille jusqu'à $\frac{1}{36}$ de son volume, dont il ferma soigneusement l'ouverture. Il laissa l'une et l'autre portion exposée pendant 38 jours à une température de 18 à 20 degrés R. Lorsqu'il ouvrit la bouteille au bout de ce tems il s'en échappa du gaz avec violence, qui se trouva être de l'acide carbonique et du gaz hydrogène. L'analyse chimique de ces deux liquides lui prouva que celui qui avoit été exposé à l'air contenoit environ $49\frac{1}{2}$ parties de sucre et celui qui avoit été enfermé en consenoit environ $47\frac{1}{2}$ sur 100 parties d'amidon employées. Le reste de l'amidon, à environ 4 p. c. près, dans l'une et l'autre expérience, avoit été également décomposé et fournit de la gomme et d'autres substances jusqu'alors inconnues, dont l'une se trouve tenir des propriétés de la gomme et de l'amidon et l'autre des propriétés de l'amidon et de la substance fibreuse du bois.

Le Comte C. Ces résultats surprenants prouvent donc que l'oxigène de l'atmosphère n'est point nécessaire pour décomposer l'amidon et former le sucre.

Mr de P. Avec quelque restriction. Veuillez ne pas oublier que Th. de Saussure avoit laissé $\frac{1}{36}$ du volume de sa bouteille plein d'air, et je crois que ce peu d'air a du servir à commencer la fermentation, comme je l'ai observé pour la fermentation qui produit l'inflammation spontanée du foin humide. Mais ce qu'il y a de certain c'est que c'est à la température seule que nous devons le gros de l'opération, qui consiste à modifier les degrés d'affinité de l'hydrogène et du carbone pour l'oxigène, et nous voyons ici une foible température faire à la longue ce qu'une haute température fait

dans la décomposition de l'eau par le charbon et dans les inflammations, c. à. d. augmente l'affinité du carbone au dépens de celle de l'hydrogène, puisqu'il s'est formé de l'acide carbonique et du gaz hydrogène, quoiqu'en petite quantité.

Mde. de L. Mais comment prouvez-vous l'action du peu d'air atmosphérique resté dans la bouteille? Je préférerois ne devoir la formation du sucre qu'à la chaleur. J'aime les hypothèses simples.

Mr. de P. Je la prouve par une autre expérience de Saussure. Ce grand connoisseur de l'oeconomie végétale a exposé pendant 40 jours et sous la même température de 18 à 20 degrés une portion d'amidon, préparée comme les précédentes, à la fermentation, sous une cloche pleine de gaz acide carbonique et n'a obtenu que 1 p. c. de sucre, effet qu'on ne peut assigner qu'à une petite portion d'air atmosphérique toujours mêlée aux gaz artificiels.

Etes-vous satisfaite, madame, de la théorie de la formation du sucre?

Mde. de L. Parfaitement et j'admire la petitesse des moyens dont la Nature se sert pour nous offrir ce don bienfaisant.

Mr. de P. Eh bien! madame, un françois, nommé . . . . . (Pardon; j'ai oublié son nom) a trouvé l'art de faire du sucre avec du bois, du papier, de la toile, de la paille, des chenevottes etc. etc.

Mde. de L. Est-ce votre sérieux?

Mr. de P. Assurément. Et pourquoi pas? Toutes ces matières sont proprement de la fibre ligneuse, qui range dans la même classe que l'amidon, et j'ai eu l'hon-

neur de vous dire tout-à-l'heure que la fermentation de l'amidon produit une substance qui est proche parente de la fibre.

Mde. de L. Il faut avouer que la fermentation nous offre des effets magiques. Le sucre doit à présent devenir à bon marché puisqu'il ne faut que faire fermenter du bois ou de la paille pour le produire.

Mr. de P. Je doute fort que ces belles opérations chimiques aient de si tôt influence sur les prix du sucre. Ces sucres factices sont bien inférieurs au sucre naturel de la canne ou des bettes-raves ; car ils ne sont pas cristallisés et ont en outre chacun un goût à part qui n'est proprement du goût de personne. Celui de Kirchhof, qui approche le plus du sucre du commerce, n'a fait aucun tort à celui-ci. Passons à présent à la *fermentation vineuse* que monsieur de L. nomme la fermentation des bûveurs.

La fermentation vineuse est un efermentation artificielle, c. à. d. qui exige une substance particulière pour s'effectuer, *le ferment.* L'objet sur le quel elle s'exerce est le sucre ou une matière sucrée. Son produit est de l'alkohol et de l'acide carbonique en quantité égale au sucre employé. Prenez 100 parties de sucre, délayez les dans 400 parties d'eau, mêlez y 20 parties de ferment en pâte et abandonnez le mélange à lui-même à une température moyenne de 12 à 15 degrés R. La fermentation s'établira et voici ce que vous observerez. La température augmente d'elle-même petit-à-petit jusqu'à à environ 18 degrés. La masse entière subit un mouvement interne qui est sensible par les flocons du ferment qui circulent dans la masse. Ce

mouvement est causé par la production d'une infinité de petites bulles de gaz acide carbonique qui, en s'attachant par adhésion aux flocons du ferment, les fait monter à la surface du liquide et les abandonne là à leur propre poids en s'échappant dans l'air; ce qui fait qu'ils retombent au vertu de leur pesanteur spécifique. Mais comme la liqueur est visqueuse, le gaz ne s'échappe pas dès qu'il a atteint la surface, mais produit une mousse qui se renouvelle et se perd incessamment pendant l'opération. Au bout d'un certain tems l'augmentation de la mousse devient plus petite que la perte et la mousse disparoit enfin, ce qui indique que la fermentation et terminée.

Le liquide contient à présent de l'eau, de l'alkohol, qu'on en extrait par la distillation et les débris du ferment décomposé qui gisent au fond du vase et en outre la plus grande partie du ferment non décomposée. La portion du ferment qui a été décomposée est très petite et ne monte qu'à $2\frac{1}{2}$ parties sur 100 du sucre, abstraction faite de l'eau qui tenoit le ferment en pâte.

Mr. de R. C'est bien peu de ferment pour cette quantité de sucre et la grandeur des opérations chimiques et mécaniques qu'il opère.

Mr. de P. J'espère d'autant plus que vous voudrez bien me prêter votre attention lorsque je vous dirai le peu que je sais sur cette substance et sa manière d'agir. Westrumb, excellent Chimiste allemand, a analysé le ferment, c. à. d. le levure de bierre telle qu'elle sert dans les fabriques d'eau de vie et l'a trouvé composé de sucre, de gomme, de gluten, d'acides végétaux et nommément d'acide acétique. Il a pris ces

matières une à une pour essayer de produire la fermentation et ne l'a point obtenue. Ensuite il les a prises deux à deux et a obtenu la fermentation uniquement au moyen du gluten et de l'acide acétique, et il déclare que le vrai ferment est un composé de ces deux substances végétales. D'autres Chimistes considèrent le ferment comme une substance végale à part composée d'hydrogène, de carbone, d'oxigène et d'azote dans des proportions non encore déterminées et dont les autres propriétés sont très analogues à celles du gluten. Ce qu'il y a de certain c'est que la pâte aigrie forme une levure (moins parfaite à la vérité que la levure de bierre) ce qui ne peut être attribué qu'au gluten et aux acides que la pâte aigrie contient.

Trois faits doivent nous éclairer dans la théorie de la fermentation vineuse. Le premier est que toute espèce de ferment contient de l'azote, le second qu'aucune matière végétale qui ne contient pas d'azote ne fermente pas d'elle-même, le troisième que toute substance végétale qui contient de l'azote entre d'elle-même en fermentation vineuse si elle en contient peu, putride si elle en contient beaucoup, comme par ex: les ferments et le gluten. On peut y ajouter le quatrième fait, c'est que l'azote du ferment ne s'est retrouvé ni dans son résidu, ni dans l'eau, ni dans l'esprit de vin, ni dans l'acide carbonique. D'où nous devons conclure qu'il a été employé à quelque chose et qu'il s'est combiné si fortement que l'analyse ne peut le faire paroitre. D'après ces données je considère l'azote comme la cause de la fermentation vineuse qui modifie les proportions d'affinité entre l'hydrogène, le

carbone et l'oxigène en rehaussant celle des deux derniers l'un pour l'autre et dont la combinaison plus intime produit l'acide carbonique. Le célèbre Davy a adopté la même opinion. On peut, sans abandonner ce principe, accorder que dans certains cas une petite portion de gaz oxigène donne la première impulsion au procès, peut-être en favorisant l'action de l'azote. Car il est décidé que le sucre ne subit pas la fermentation vineuse quelque quantité d'oxigène avec le quel on le mette en contact si l'on éloigne soigneusement tout azote.

Mr. de L. Ainsi voilà l'azote, mon protégé, de nouveau bon à quelque chose.

Mr. de P. Nous nous convaincrons de son activité encore plus clairement dans la fermentation putride. En général les fermentations sont le vrai théatre de ses exploits.

Le Comte C. Puisque l'esprit de vin se forme par la décomposition du sucre, décomposition qui produit en même tems de l'acide carbonique, on peut donc dire que l'alkohol est du sucre privé d'une partie de carbone et d'une plus grande partie d'oxigène; ce qui explique pourquoi il brule beaucoup mieux que le sucre.

Mr. de P. Assurément, et cela se prouve par l'analyse de ces deux substances dont je vais avoir l'honneur de vous offrir les résultats.

	Sucre	*Alkohol*
Carbone	$42\frac{47}{100}$	$52\frac{98}{100}$
Oxigène	$50\frac{63}{100}$	$34\frac{32}{100}$
Hydrogène . . .	$6\frac{90}{100}$	$13\frac{70}{100}$
	100	100

Noublions pas au reste que cette définition n'est vraie qu'en tant qu'on n'a égard qu'aux proportions des principes de ces deux substances, et non aux proportions des affinités et à la forme qui est très différente de l'une à l'autre . . . . .

Mde. de L. Permettez moi de vous interrompre pour vous faire observer que monsieur de T. a quelque chose à dire. Je lis cela sur son visage.

Mr. de T. C'est une prière que je voudrois émettre à la quelle je crois que toute notre société voudra bien m'autoriser; et qui consiste à ce que vous veuillez nous fournir quelques notions théoriques sur la distillation.

Mr. de P. Une triple obligation m'y engage, la matière que nous venons de traiten, ma promesse lors de la théorie des vapeurs et votre désir que vais tâcher de satisfaire de mon mieux.

La distillation a pour but de séparer par le moyen de la chaleur l'alkohol ou d'autres liqueurs spiritueuses de l'eau et d'autres substancés aux quelles elles se trouvent mêlées. Cette séparation se fait en transformant la liqueur en vapeur qu'on fait passer par un tuyau dans un bain plein d'eau froide qui lui redonne la forme liquide. Lorsque les deux substances qu'on veut séparer, comme par ex: de l'alkohol et de l'eau, sont toutes deux liquides, et parconséquent susceptibles de se changer en vapeur par l'action de la chaleur, il est clair que la séparation n'aura lieu qu'en tant que l'une se vaporise à un moindre degré de chaleur que l'autre. C'est le cas de l'alkohol qui passe à l'état de vapeur à 63 de-

grés R. ou 79 C., tandis que l'eau a besoin de 80 R. ou 100 C.

Le jeune de L. Cette opération est bien facile.

Mr. de P. Assurément, mais aussi bien imparfaite.

Le jeune de L. Je ne conçois pas cela. Il me semble qu'il suffit de ne chauffer qu'à 63 degrés le mélange d'eau et d'alkohol pour séparer celui-ci par l'évaporation.

Mr. de P. L'eau ne s'évapore-t-elle pas aussi à 63 degrés?

Le jeune de L. Cela est vrai. Mais comme l'eau ne bout pas à cette température, il ne s'évaporera que très peu d'eau.

Mr. de P. Vous oubliez que l'eau et l'esprit de vin sont mêlés, réunis par l'affinité physique et que cette affinité fait qu'un mélange d'alkohol et d'eau ne bout pas à 63 degrés, mais à une plus haute température qui est d'autant plus élevée que l'eau domine davantage. Ainsi la chaleur employée à faire bouillir le mélange vaporise une quantité considérable d'eau. C'est pourquoi nous ne pouvons pas obtenir d'alkohol pur par une seule distillation, pas même par plusieurs, et non seulement chaque distillation enmène des parties d'eau avec celles de l'alkohol, mais aussi l'eau qui reste après l'évaporation conserve toujours quelques parties d'alkohol et cela doit être d'après le principe de la masse chimique. Pour obtenir l'alkohol le plus rectifié que possible on en prend de celui qui a déja été distillé plusieurs fois et l'on employe une autre affinité pour combattre celle des deux liquides, l'affinité du muriate de

chaux pour l'eau. On met de ce sel dans l'alkohol qui contient encore de l'eau, et après lui avoir laissé le tems d'attirer l'eau on opère une dernière distillation à petit feu. Et encore ne peut-on pas affirmer que ce produit soit de l'alkohol pur.

Le Comte C. Je crois même qu'on peut affirmer qu'il contient encore de l'eau; car si le muriate de chaux pouvoit s'emparer de toute l'eau réunie à l'alkohol, il faudroit que son affinité pour l'eau fut infiniment plus grande que celle de l'alkohol.

Mr. de P. Ce qui n'est certainement pas. L'alkohol le plus pur a une pesanteur spécifique de $\frac{792}{1000}$ à 16 degrés R., et plus elle augmente plus l'alkohol contient d'eau.

Mr. de T. Nous autres propriétaires de terres, qui transformons notre grain en eau de vie, qui a à peuprès 50 p. c. d'alkohol ou en esprit de vin qui en a environ 64, ne cherchons pas à produire de l'alkohol pur. Notre grand problème est de savoir comment distiller au moins de frais possible en combustible; car nos forêts sont déja devenues bien claires.

Mr. de P. Ce problème se décompose en deux, dont l'un consiste à changer le liquide donné en vapeur avec le moins de perte de chaleur possible, l'autre de faire les deux distillations nécessaires pour obtenir de l'eau de vie avec un seul feu. Si cela vous intéresse j'aurai l'honneur de vous communiquer ce que je sais là-dessus.

Mr. de T. Je le désirerois avec la permission de madame de L.

Mde. de L. Qui en sera doublement charmée en

ce qu'elle s'instruira et par ce que cela vous fera plaisir.

Mr. de P. L'alambic dont on se sert ordinairement dans les usines d'eau de vie est composé d'une *chaudière* et d'un *chapiteau* au quel on ajoute le *réfrigérent.* Prenons le crayon pour nous expliquer. Voilà (fig. 16.) la chaudière A avec une grande ouverture a pour y verser le moult. B est le chapiteau, corps creux qui se resserre par le bas pour entrer dans l'ouverture a et qu'on y lute pour empêcher qu'il ne sorte de la vapeur par le joint. D'un côté il se termine en tuyau C (le bec) qui entre dans l'ouverture supérieure du serpentin DE. Le serpentin est un tuyau ou plutôt un cône creux très alongé et contourné en spirale. Il plonge dans un tonneau plein d'eau froide, d'où il ressort par son bout étroit E. Ce tonneau et le serpentin forment le réfrigérent. La chaudière est murée dans un fourneau dont la flamme lèche le fond et les flancs de la chaudière; un canal conduit du fourneau à une cheminée pour donner issue à la fumée et produire le courant d'air qui nourrit le feu.

Dès que liquide commence à bouillir les vapeurs s'élèvent de sa surface, montent dans le chapiteau et sont forcées de s'échapper par la seule issue C qu'on leur a laissée. Elles arrivent de là dans le serpentin dont les parois réfroidies par l'eau froide condensent la vapeur qui, devenue liquide, se glisse le long du serpentin, s'y réfroidit jusqu'à une température de 8 ou 10 degrés R. et s'écoule par E dans un tonneau. Comme la vapeur dépose en se condensant beaucoup de chaleur (366 degrés R.) l'eau du réfrigerent seroit bientôt bouil-

lante et ne pourroit plus condenser les vapeurs. On la renouvelle par un tube b d dont l'ouverture inférieure communique au bas du tonneau et la supérieure à un reservoir d'eau froide e. Au haut du tonneau se trouve un goulot c qui laisse écouler autant d'eau chaude que le réservoir en livre de froide.

Mde. de L. Cette manière de renouvelle l'eau du réfrigérent me plait parce que l'eau chaude (comme la plus légère) se tenant toujours dans la partie supérieure, l'eau de vie déja liquide se réfroidit facilement par son passage au travers des couches inférieures d'eau froide.

Mr. de P. Fort juste; mais ne trouvez-vous pas, madame, de défaut à cet appareil?

Mr. de T. J'en trouve un bien grand au fourneau qui laisse dissiper une quantité énorme de chaleur par la cheminée. On gagneroit beaucoup à faire le foyer du fourneau beaucoup plus petit et à forcer l'air ardent qui s'en échappe de faire plusieurs circuits autour de la chaudière avant de gagner la cheminée.

Le jeune de L. Et à appliquer le mécanisme du poële fumivore.

Mr. de P. Ce que vous dites là, messieurs, est très vrai et applicable à tous les fourneaux où l'on veut chauffer des liquides, et a déja été souvent appliqué. Mais considérons à présent l'acte même de la distillation. Dites moi, je vous prie, monsieur de T., quel est l'usage du chapiteau?

Mr. de T. Il offre un espace vide au développement de la vapeur, qui de là se rend dans le serpentin.

Mr. de P. Avez-vous eu la curiosité de toucher

de la main le chapiteau d'un de vos grands alambics pendant la distillation?

Mr. de T. Très souvent et je l'ai toujours trouvé brulant, même lorsqu'il faisoit un froid de 25 degrés dans mon usine.

Mr. de P. Ce phénomène est important. Si à 25 degrés de froid le chapiteau a presque la chaleur de l'eau bouillante, combien de calorique ne doit-il pas se perdre par cette grande surface! Cette perte réfroidit la vapeur, la condense même; elle retombe en fines gouttes dans la chaudière, pour être vaporisée une seconde, peut-être une troisième et quatrième fois, dont chacune exige une nouvelle portion de combustible.

Mr. de T. Mais que faire?

Mr. de P. Rejetter le chapiteau dont la construction renchérit les frais de l'alambic, fermer la grande ouverture par un couvercle de bois qui est un mauvais conducteur de la chaleur, remplacer le chapiteau par un simple tuyau DC recourbé qui ouvrira aux vapeurs un passage libre et direct dans le serpentin, tout aussi bien que le chapiteau et son bec *). On croyoit autrefois que la vapeur devoit déja se condenser dans le chapiteau et l'on avoit même appliqé des réfrigérents sur les chapiteaux. Il faut au contraire couvrir la partie nue de la chaudière, et même la partie montante du tuyau DC, de substances peu propres à laisser passer la

*) J'ai fait il y a plus de 20 ans les premiers essais de cette simplification en grand, et en ai publié la théorie dans mes cours de Physique. Depuis cette construction s'est établir dans les provinces baltiques.

chaleur, telles que le feutre, le bois etc., afin d'isoler dans la chaudière le calorique que le combustible fournit. La condensation ne doit se faire que dans le réfrigérent si l'on ne veut pas consumer inutilement du combustible.

Passons maintenant à la solution de la seconde partie de notre problème, qui consiste à employer la chaleur que la vapeur de la première distillation a enlevée pour produire la seconde, ou même la troisième distillation si celle-ci est nécessaire. Adam est l'inventeur de cette méthode qui a été perfectionnée depuis, et que je vais vous offrir sous sa forme la plus simple.

Représentez vous l'alambic avec ou sans chapiteau. Son bec n'est plus réuni au serpentin, mais plonge jusqu'au fond d'un vase fermé de toute part excepté à sa partie supérieure où il a un bec qui s'adapte au serpentin. Ce vase intermédiaire fait l'office de chaudière sans fourneau ni feu. La vapeur produite par l'alambic s'y déploye et commence par s'y condenser, cette chaudière étant froide. Mais cette masse de liquide distillé conserve une certaine chaleur qui augmente d'instant en instant par le calorique que la vapeur y dépose et monte bientôt jusqu'au degré de l'ébullition si l'on fait aller la distillation avec vivacité. Cette ébullition est la seconde distillation, dont le produit se condense en passant par le réfrigérent.

Mr. de R. Cette idée est excellente ! Elle épargne la seconde distillation.

Mr. de P. Sur tout si l'on enveloppe cette seconde chaudière, qui est proprement un second alambic, de mauvais conducteurs de la chaleur ; but que

l'on atteint d'abord en partie si on ne la fait pas de métal mais de bois. Tout tonneau qui ferme bien peut former ce second alambic. Cependant je conseillerois d'entourer ce premier tonneau d'un second et de remplir de poil de vache, de charbon pilé ou d'air seulement, l'espace intermédiaire.

Mr. de R. Nouvel avantage économique, un tonneau de bois ne coutant pas un cinquantième du prix d'une chaudière de cuivre de même grandeur.

Mr. de P. On a enfin essayé et avec un succès complet de faire la première distillation au moyen de la vapeur. On met le moût de vin ou de grains après sa fermentation dans une cuve bien fermée, munie d'un tuyau en forme de bec, qui fera l'effet de l'alambic. Pour opérer la distillation on a un vrai alambic en cuivre dans le quel on met de l'eau qu'on fait distiller. La vapeur qui se forme passe du bec jusqu'au fond de la cuve où elle se condense et dépose toute la chaleur latente de 366 degrés qu'elle contient, et chauffe par là le moût jusqu'à l'ébullition qui continue alors aussi longtems que la distillation de l'eau a lieu. Le produit de la distillation du moût passe dans le tonneau où il se distille de nouveau.

Mr. de R. J'ai beau mettre toutes mes connoissances économiques en requisition, je ne vois pas le profit qu'on peut faire en combustible par cette méthode. Car la première distillation du moût se fait par la chaleur de la vapeur d'eau, chaleur qu'il a fallu lui donner dans le premier alambic, et puisqu'il faut faire du feu, vaut autant chauffer le mout directement. Je pense même qu'ici il y a perte de chaleur en la faisant

passer d'un alambic à l'autre, tout comme pour les revenus des états qu'on fait passer par plusieurs mains dans les quelles il en reste toujours quelque chose.

Mr. de P. Je suis parfaitement de votre avis; et si ceux qui ont exécuté cette distillation par la vapeur d'eau prétendent trouver un profit en combustible, cela tient sûrement à ce que le fourneau de l'alambic est mieux construit que celui qu'ils avoient auparavant, ou à ce que l'alambic qui fournit les vapeurs peut être plus petit que celui qui contient le moût, et subit à raison de sa moindre surface un déchet moindre de chaleur.

Mais cette méthode de distiller a un autre avantage très considérable pour les eaux de vie de grains. Le moût dont on extrait ces eaux de vie est une pâte délayée et fermentée. Les parties solides se précipitent naturellement au fond de l'alambic et si on donne trop du feu (ce qui arrive très souvent) elles se brûlent et donnent un mauvais goût à l'eau de vie. Cela ne peut avoir lieu dans la distillation par la vapeur d'eau; car cette vapeur n'arrive dans le moût qu'à une température d'environ 82 ou 83 degrés R.

Mr. de G. Pourquoi pas 80 degrés seulement? L'air atmosphérique exerce-t-il une pression plus forte ici qu'ailleurs pour donner à la vapeur d'eau une température plus élevée?

Mr. de P. Non, mon cher, mais le bec ou tuyau-conducteur de l'alambic plonge jusqu'au fond du moût pour le mettre en contact avec la vapeur. Son orifice doit donc supporter, outre le poids de l'atmosphère, la pression de ce liquide, dont la hauteur dans de grands

appareils va jusqu'à 4 ou 5 pieds, ce qui fait un surplus d'environ $\frac{1}{6}$ du poids de l'atmosphère.

Mr. de T. Cette méthode de distiller par la vapeur d'eau ne m'est pas tout-à-fait inconnue, et j'ai ouï dire qu'on applique à l'alambic une *soupape de sureté* comme à toutes les machines à vapeur pour les cas où un feu trop violent mettroit l'appareil en danger.

Mr. de P. Cas qui a eu lieu plus d'une fois dans les bataux à vapeur, d'où sont résultés les plus grands malheurs, quoique la machine à vapeur ait eu une soupape de sureté. Ces soupapes sont construites comme celle que je vous ai décrite et dessinée (T. III, fig. 20.) lors du digesteur de Papin. Tenues propres, comme cela a lieu dans un cabinet de Physique, elles font toujours leur effet; mais si on les laisse se rouiller elles perdent leur mobilité et effectuent alors une résistance presque invincible. C'est ce qui m'a engagé à échanger la soupape contre un *tuyau de sureté* que je vais vous dessiner sur notre alambic (fig. 16.). Soit ed le niveau de l'eau à sa plus grande hauteur, bc le niveau à la moindre hauteur qu'on veuille lui laisser prendre. Placez un tuyau hg, d'environ 18 lignes de diamètre dans le couvercle de l'alambic, en sorte que son orifice inférieur plonge jusqu'à la profondeur bc, et fixez son orifice supérieur au fond d'un petit réservoir F. Le liquide montera dans le tuyau comme dans la chaudière jusqu'à la hauteur ed. Dès que l'ébullition du liquide aura donné à la vapeur l'élasticité nécessaire pour surmonter la pression du moût dans le second alambic, l'eau montera dans le tuyau de sureté jusqu'en f, en sorte que la hauteur if sera égale à la hauteur du moût

dans le second alambic, et s'y sontiendra aussi long-tems que la chaleur de l'eau sera la même. Mais si celle-ci augmente et parconséquent l'élasticité de la vapeur, alors l'eau monte dans le tuyau à une plus grande hauteur et se répand enfin dans le réservoir F jusqu'à ce que ce qui est contenu dans l'espace e b c d soit épuisé. Alors la vapeur elle-même s'échappe avec violence par le tuyau au travers de l'eau du réservoir F: ce qui sert de signal aux ouvriers pour modérer le feu sous la chaudière A. Dès que la chaleur a diminué et parconséquent l'élasticité de la vapeur, l'eau bouillante du réservoir F retombe dans la chaudière jusqu'à la hauteur normale f.

Mr. de T. Cette idée me plait. A-t-elle été déja exécutée?

Mr. de P. Par monsieur votre frère même dans sa grande usine avec un plein succès; et en homme d'esprit il a combiné ce tuyau celui avec qui alimente la chaudière A, c. à. d. qui fournit l'eau que l'évaporation enlève.

Mr. de T. Je vous suis bien reconnoissant pour tous ces détails.

Mr. de P. Qui pourroient ou devroient même être plus nombreux. Mais notre soirée est déja très avancée. Demain nous parlerons des autres fermentations.

Soixante huitième entretien.

Mr. *de P.* L'espèce de fermentation dont je vais avoir l'honneur de vous entretenir, madame, est la *fermentation acide*, celle qui produit le vinaigre, dont nous extrayons l'acide acétique qui n'est autre chose que le vinaigre purifié. Cette fermentation se fait spontanément, sans le secours d'un ferment quelconque dans toutes les substances qui ont subi la fermentation vineuse; et les marichands de vin sont très fâchés de la voir quelque fois s'établir contre leur gré dans leurs tonneaux. Les vins, les bierres, l'hydromel, le cidre y sont sujettes. Cette opération se fait par le gaz oxigène de l'air que la liqueur attire, condense et combine avec le carbone et l'hydrogène qu'elle contient, sous l'influence d'une température de 18 à 20 degrés R. Dès que cette fermentation commence la liqueur se brouille, s'échauffe de quelques degrés et subit le même mouvement interne que nous avons observé dans la fermentation vineuse par le dégagement de l'acide carbonique. Si on fait l'opération en petit sous un récipient plein d'air atmosphérique, on observe que le gaz oxigène disparoit; ce qui prouve qu'il entre dans la com-

position de l'acide qui se forme. En grand on fait le vinaigre dans des tonneaux à petite ouverture et pleins seulement jusqu'aux deux tiers ou trois quarts. L'espace vide se remplit de gaz acide carbonique, qui, à ce que je crois, se convertit lui même en vinaigre.

Le jeune de L. Conversion très louable puisque le vinaigre est un acide très salutaire et le gaz acide carbonique un acide mortel.

Mr. de P. Quand vous voudrez dire du mal de l'acide carbonique n'oubliez pas, mon cher, les eaux minérales qui lui doivent leur salubrité, et croyez en outre que si vous versiez une cuillerée de vinaigre dans vos poumons vous vous en trouveriez fort mal.

Le Comte C. J'avoue que je ne conçois pas cette métamorphose de l'acide carbonique en acide acétique, quoique la présence du gaz oxigène en livre la possibilité.

Mr. de P. Moi mon plus ; mais une expérience de Chaptal me la fait présumer. Ce célèbre Chimiste a trouvé que si l'on mêle avec de l'eau l'acide carbonique qui se dégage de la fermentation de la bière, et qui est par là mêlé à de l'alkohol, le tout se change en vinaigre. En outre il est prouvé que l'alkohol seul ne peut pas être changé en acide acétique par l'action du gaz oxigène ; mais il faut encore y ajouter du sucre ou toute autre substance susceptible de fermenter, et surtout un acide quelconque. Aussi fait-on dans le Nord une espèce de vinaigre nommé vinaigre d'eau qui ne le cède en rien aux meilleurs vinaigres de vin, en résolvant dans l'eau du sucre ou du miel et un peu d'eau de vie, à quoi l'on ajoute une parcelle de ferment ou tout sim-

plement un morceau de pain. Il s'établit par là une fermentation vineuse lente qui produit de l'acide carbonique et de l'alkohol. L'air atmosphérique se trouvant en contact, son oxigène convertit ces deux substances en acide acétique. Il paroit qu'il n'y a pas composition ou décomposition d'eau dans le procès de cette fermentation, et que l'eau du liquide qui fermente ne sert que de théatre aux opérations chimiques.

Mr. de G. Vous venez de nous décrire un procès où il se forme de l'acide acétique avec les mêmes ingrédiens qui servent à la fermentation vineuse. D'où vient donc que la fermentation vineuse produit de l'alkohol et non du vinaigre?

Mr. de P. Il se forme en effet un peu de vinaigre et d'autres acides végétaux dans toutes les fermentations en grand dont on ne peut pas interdire entièrement l'accès à l'air atmosphérique. On le trouve dans la marc après l'opération; aussi l'on a soin de couvrir les cuves où se fait la fermentation vineuse d'un linceul de toile ou de laine et d'un couvercle en bois, afin qu'il ne se fasse pas trop d'acide acétique aux dépends de l'alkohol. En outre le caractère de la fermentation acide est une extrême lenteur. On ne fait guères de vinaigre qu'en six semaines, tandis que la fermentation qui produit l'alkohol se fait dans trois ou quatre jours; plus on rallentit celle-ci, plus il se forme d'acide.

Le Comte C. Je crois concevoir cette rélation des deux fermentations entre elles. Mais permettez moi de revenir sur un principe de Chimie que vous nous avez donné, que pour former un acide l'oxigène doit être en forme de gaz et la base en forme concrète. Il me

semble que les fermentations nous offrent des phénomènes peu favorables à ce principe. Le sucre mis en fermentation vineuse produit de l'acide carbonique avec son propre oxigène qui se trouve sous la forme liquide et la fermentation acide produit du vinaigre avec une base liquide ou gazeuse, l'alkohol ou l'acide carbonique.

Mr. de L. Pour cette fois, monsieur le Comte, je me déclare contre vous. C'est l'azote, mon protégé, qui fait ces sorcelleries.

Mr. de L. Qu'elle merveille! Vous voilà partisan de notre cher Professeur.

Mr. de P. Qui sait pour combien longtems?

Mr. de L. Je suis un partisan dans le vrai sens, c. à. d. je ne suis du parti de personne; j'attaque toujours et j'espère tout au plus que monsieur de P. viendra à mon secours si je m'engage trop avant. Je dis donc que dans la fermentation vineuse l'azote dégage d'abord l'oxigène de sa combinaison primitive et que nous ne nous apercevons pas de la forme gazeuse qu'il prend par ce qu'il la perd à l'instant en se combinant de nouveau. Je dis en outre que, dans la fermentation acide, comme dans la fermentation vineuse, la substance n'est pas simplement liquide, mais qu'elle est parsemée de flocons qui sont bien des substances concrètes et vraisemblablement celles proprement que l'oxigène attaque. Je dis enfin que la formation de l'acide acétique par la triple combinaison de l'alkohol, de l'acide carbonique et du gaz oxigène, n'est pas proprement la création d'un acide, mais seulement une mo-

dification d'un acide déja tout fait, l'acide carbonique, par l'addition d'une portion d'oxigène et d'hydrogène.

Mr. de P. A présent, Général, vous vous déclarerez, j'espère, le protecteur des hypothèses, puisque vous savez si bien les faire.

Mr. de L. Je n'en fais qu'en faveur de l'azote.

Mr. de P. Qui sait? En attendant passons à la fermentation panée. Il est des Chimistes qui la considèrent comme un composé de fermentation vineuse et acide. D'autres, comme Vogel, la déclarent être une fermentation particulière. Ce qu'il y a de sûr, c'est que la pâte contient les mêmes ingrédients que le moût de grain qui sert pour les brasseries d'eau-de-vie et que l'on y ajoute du ferment ordinaire ou de la levure de la pâte aigrie, pour établir la fermentation. Aussi cette fermentation produit-elle quantité d'acide carbonique. La différence essentielle me paroit consister dans la quantité d'eau qu'on employe pour le pain, beaucoup plus petite que pour l'eau de vie, et dans la courte durée de l'opération qui n'est que de quelques heures. Le premier effet de cette double différence est que la grande viscosité de la pâte empêche l'acide carbonique de s'échapper, ce qui fait que la pâte se leve, gagne en volume. Le second est que la trop courte durée de l'opération et peut-être la présence de l'acide carbonique qui empêche la formation d'une quantité assignable d'esprit de vin. Ainsi je considère la fermentation panée comme le commencement de la fermentation vineuse qu'on arrête par la cuisson. Il seroit important de prolonger cette fermentation et d'un analyser les produits.

Mde. de L. Ainsi nous ne savons proprement pas comment se fait le pain.

Mr. de P. Très proprement, madame, et nous serions assez mal dans nos affaires à cet égard si l'art du boulanger avoit attendu les lumières de la Chimie pour nous fournir le pain.

Mr. de T. C'est le cas de bien des arts utiles.

Mr. de V. Disons que c'est celui de tous, de ceux qui se fondent sur la Mécanique et sur la Physique comme sur la Chimie. Mais n'oublions pas que les connoissances que ces Sciences nous fournissent contribuent de beaucoup à perfectionner ces Arts, et que si cela ne nous a pas encore réussi pour la préparation du pain, cela réussira pout-être un jour. Notre devoir est d'étendre le domaine de la Science; tôt ou tard nous en recueillons les fruits.

Mr. de R. A quoi j'ajoute que nous ne devons pas considérer la Science uniquement du côté des avantages que nous en retirons pour notre commodité ou même pour notre santé: point de vue mercantile et mesquin qui fait de la Science une vile marchandise. Sa vraie dignité est de nous ouvrir le Sanctuaire de la Nature et de nous faire apercevoir les ressorts admirables qui impriment la vie à la matière, qui produisent cette foule de phénomènes infiniment variés, dont notre vue ne seroit qu'offusquée sans l'aide de la Science.

Mr. de P. Ce que vous dites-là, monsieur de R., est le plus bel exorde imaginable pour l'exposé, que j'ai à vous donner sur la fermentation putride, dont le nom seul réveilleroit le dégout, si la Science ne nous avoit appris que cette opération qui nous rebute si for-

ment est le germe d'où sort tout ce que la Nature nous offre de beau et de grand dans le double règne de l'organisation.

La *fermentation putride* est la décomposition naturelle des matières organisées. Ses phénomènes diffèrent selon la nature des substances sur les quelles elle s'exerce et selon les circonstances sous les quelles elle a lieu. Distinguons d'abord la putréfaction des végétaux de celle des substances animales.

Tout végétal exposé à une température moyenne subit la putréfaction, qu'il soit exposé à l'air ou non. Mais la marche de l'opération diffère de l'un de ces deux cas à l'autre. La fermentation putride des végétaux mis en contact avec l'air a été beaucoup mieux observée que celle qui a lieu dans le vide; c'est de celle-là que nous allons nous occuper. La première observation qu'elle offre est le changement de couleur et la perte de consistance que les végétaux éprouvent. Ils brunissent enfin et deviennent mous; il est même probable qu'il se forme de l'eau, mais qui est enlevée par l'évaporation; car lorsque cette fermentation a lieu dans des vases clos la matière fermentante devient presque liquide. Les produits gazeux sont de l'acide carbonique et de l'hydrogène carboné. Il se forme en outre de l'acide acétique et peut-être un peu d'huile. Enfin reste une matière noirâtre, le terreau, qui est proprement le berceau de toute la nature végétale, et qui se décomposeroit, se volatiliseroit entièrement s'il n'étoit renouvellé par la végétation.

Jettons à présent un coup-d'oeil sur les opérations dont ce grand procès chimique est composé. L'inflam-

mation spontanée du foin humide est une vraie fermentation, qui devient putride si on diminue la chaleur qui ammène l'inflammation. Or cette fermentation, avant d'être parvenue à l'inflammation, produit dans les herbes fermentantes une substance qui a le goût et l'odeur du miel, une matière sucrée. L'amidon délayé dans l'eau bouillante se change par la fermentation spontanée en sucre et la matière fibreuse même subit ce changement. Ne devons-nous pas conclure de là que la fermentation putride des végétaux commence par la fermentation sucrée?

Mr. de G. Oui, si elle a lieu à la température de l'eau bouillante, comme dans le foin tassé et humide. Mais il n'est pas probable que cela ait lieu à une température de 15 ou 20 degrés.

Mr. de P. La germination des graines dans la terre, à la température moyenne, est toujours accompagnée d'une formation de sucre et finit par la pourriture du reste de la substance de la semence qui entourre le germe. En général nous nous tromperions très fort si nous imaginions que certaines opérations chimiques exigent absolument une certaine température par ce que nous sommes accoutumés à faire ces opérations sous l'influence de cette température. Le tems peut suppléer jusqu'à un certain point à la chaleur; témoin les expériences de Rumfort qui ont prouvé que des copeaux de bois se charbonnent très bien, mais lentement, à une température au dessous de celle de l'ébullition du mercure, et qui parconséquent est bien au dessous de la chaleur rouge; témoin le fait suivant que j'ai observé à mon grand étonnement. En Livonie et dans tout le

Nord on est obligé de sécher les grains dans des granges chauffées avant de les battre. La température de ces granges est de 50 degrés R. et l'on a observé que 60 degrés tuent le germe; ce qui fait que l'on se garde bien d'atteindre cette chaleur. Eh bien! j'ai vu une de ces granges qui avoit servi pendant 120 ans et qu'on avoit abandonnée, par ce que les poutres du sapin ne pouvoient plus supporter le poids des gerbes. J'examinai ces poutres et trouvai que la partie spongieuse du bois avoit presque totalement disparu et que ces poutres n'étoient plus que des assemblages très lâches de lames fibreuses presque isolées, à moitié réduites en charbon. Ce qui prouve qu'avec le tems une température de 50 degrés R. suffit pour brûler du bois de sapin.

D'après ces données vous voudrez bien, mon cher G., me céder que la fermentation putride commence par la fermentation sucrée; et comme un des produits de la fermentation putride est l'acide acétique, il s'ensuit que la fermentation acide est une partie intégrante du procès de la putréfaction. Enfin, puisque nous avons vu que la fermentation acide n'a pas lieu sans fermentation vineuse préalable, il me paroit clair que la fermentation vineuse fait également partie de la fermentation putride.

Le Comte C. Vous allez nous prouve que la fermentation putride n'est pas autre chose qu'une combinaison des fermentations sucrée, vineuse et acide!

Mr. de P. Pas précisément; mais je suis bien persuadé que ces trois fermentations sont le prélude de la putréfaction, aux quelles il faut ajouter un quatrième procès que nous n'avons pas encore examiné, celui qui

produit le gaz hydrogène carboné, gaz qu'aucune des fermentations précédentes ne fournit.

Le Comte C. D'où vient qu'on n'a pas encore examiné ce quatrième procès?

Mr. de P. Par ce que les Chimistes n'ont pas encore considéré la fermentation putride sous le point de vue que je viens de vous offrir. Mais n'oublions pas un phénomène singulier et surprenant de cette fermentation, la *moisissure*. C'est un vrai procès végétal qui produit différentes espèces de plantes du genre des champignons, qui prouve de nouveau que la fermentation sucrée est une partie du procès de la putréfaction.

Mde. de L. Ainsi le moisi, cette matière, blanche, verte, bleuâtre, est un assemblage de petites plantes, de vrais végétaux!

Mr. de P. Oui, madame, et l'on en compte déja plus de cent espèces. Quelques Botanistes même prétendent avoir observé que quelques unes d'elles ont des mouvemens spontanés. Ce qui nous forceroit à ranger celles-là dans la classe des zoophytes (animaux-plantes) ou au moins dans la famille des plantes sensitives.

Mr. de R. Si le moisi est une plante, je vous demande d'où viennent les germes de ces plantes.

Mr. de P. Adressez vous pour cette question à notre célèbre Botaniste qui entend cette partie mieux que moi.

Le Comte C. Cela me plait que vous me renvoyez une question à la quelle personne peut-être ne peut répondre.

Mde. de L. Dites nous au moins, monsieur le Comte, ce que vous en savez.

Mr. de L. Et ajoutez y ce que vous ne savez pas; alors nous saurons tout.

Le Comte C. Il ne me reste que le conseil du Général à suivre; voyons. Les Botanistes ont deux systèmes sur la génération. Les uns n'admettent que *la génération par les germes*, que tout le monde connoit au plutôt croit connoitre. Ce système sonsiste à admettre que chaque plante et chaque animal est le développement d'un germe, qui proprement est le type de tous les organes que la plante ou l'animal aura, une espèce de miniature où toutes les parties n'ont peut-être pas la même proportion de grosseur qui aura lieu dans la plante ou l'animal développé. Ce défaut de proportion dans le germe se retrouve dans le sujet déja formé à différents âges, surtout dans les arbres, où la masse du tronc augmente d'année en année, tandis que la grandeur de la feuille diminue. Dans la race humaine ce défaut de proportions est moins saillant, mais cependant sensible; la tête de l'enfant par ex: est à proportion plus grosse que celle de l'homme fait, et le conduit auditif est dans l'enfant nouveau-né tout aussi large que dans l'oreille d'un homme de 40 ans. Cela explique comment il se fait que dans les germes des plantes et dans les foetus des animaux nous croyons ne pas retrouver certains organes, des parties entières du corps futur. Ils sont là, mais échappent à l'oeil de l'observateur. Dans ce système on suppose que les germes des plantes qui se soustraient à notre observation à cause leur finesse, sont emportés par les vents et déposés sur toute espèce de corps, et se développent là où ils trouvent un sol favorable à leur développement.

Ainsi l'air a ammené les germes des plantes, que la moisissure nous offre, sur les substances végétales et animales avant et pendant leur putréfaction et la fermentation produit le sol nécessaire à leur développement. Ces translations de germes paroissent même être une opération favorite de la Nature; les vents et les oiseaux transplantent par là des semences entières, et c'est aux vents et aux insectes que la Nature a assigné le devoir de transporter la poussière des étamines de quantité de familles de végétaux dont le mâle et la femelle vivent isolés.

D'autres Botanistes ajoutent à cette génération germinale la *génération équivoque*, s'imaginant que certaines plantes et certains animaux peuvent se former sans germes, par la seule réunion des principes chimiques des végétaux. J'avoue que, en dépit de toutes les preuves que l'on a cru donner en faveur de ce système, cette idée me répugne, par ce que toutes ces preuves se réduisent finalement à nous dire : Si vous supposez ici un germe, montrez le nous. Je réponds à cette question que nous connoissons plus de 40000 espèces de plantes dont les germes, plus ou moins gros, nous sont visibles, et quelques centaines d'espèces dont les germes échappent à notre vue, et que ma Logique ne me permet pas de renverser l'ordre bien établi de la création pour cette bagatelle. La constance des espèces dans ces végétaux de génération équivoque me fournit un nouvel argument contre ce produit de notre ignorance. Cette constance existant, il faudroit supposer que dans la nature organisée il existât autant de lois que de produits de la génération équivoque, en vertu des

quelles la matière brute formée déja en matière organique ne pût s'assimiler que dans certaines proportions pour faire une espèce de plante où d'animal. Et enfin, supposé que ces lois existâssent, seroient-elles plus compréhensibles que l'idée d'un germe qui échappe à la vue ou même au microscope?

Quel est votre avis, monsieur de P.?

Mr. de P. Précisément le vôtre, à cette différence près que si j'avois été chargé de l'émettre (ce qui ne m'eut sûrement pas aussi bien réussi) j'eusse probablement dit quelques bonnes injures aux inventeurs de la génération équivoque pour l'impertinence de forger des lois naturelles uniquement par ce qu'ils ont la vue foible. Je range cette idée sous la cathégorie de celles de la Craniologie de Gall, du magnétisme animal et autres folies de ce genre qui ont illustré le commencement de notre siècle ou la fin du siècle passé. — Mais nous voilà jettés bien loin de la fermentation putride. Retournons y par la considération du terreau. Plusieurs Chimistes regardent le terreau comme un résidu de la fermentation putride, dans le quel le charbon prédomine. Cette prééminence du charbon me paroit très suspecte depuis l'analyse du terreau de bois de chêne que Th. de Saussure nous a fournie; car la distillation de 10 grammes et demi de ce terreau n'a fourni que 2 grammes de charbon, tandis que la même quantité de bois de chêne non pourri en a livré presque $2\frac{3}{4}$. En général ces deux analyses du bois de chêne et du terreau de chêne offrent un résultat frappant, c'est que les principes constituants de cette matière organisée et de cette matière désorganisée sont les mêmes et à peu près dans

les mêmes proportions. La différence la plus marquante consiste en ce que dans la première, le bois, il se trouve presque deux fois autant d'azote que dans la dernière, le terreau.

Mr. de L. Ce qui prouve que l'azote du végétal a été actif dans la fermentation.

Mr. de P. Ce qui a donné lieu à l'idée fausse que le terreau contient beaucoup de charbon est la couleur presque noire du terreau, et je saisis cette occasion pour vous avertir que ce qui est noir n'est pas toujours charbon, erreur qui a été souvent commise et se renouvelle encore de tems en tems. Ajoutons à cela que les terreaux aux quels on mêle une surabondance de charbon pilé perdent leur fertilité, et que nous eussions déja été en droit de conclure de la faculté que le terreau a de nourrir les plantes, qu'il doit contenir tous les principes constituants des végétaux en proprotions peu différentes de celles des plantes elles-mêmes.

Mr. de R. Ces considérations chimiques sur la fermentation rélativement aux plantes doivent être extrèment utiles à l'Agriculture.

Mr. de P. Elles le sont en effet, et le célèbre Agronome allemand Thaer sait les rendre fertiles, de même que les connoissances que la Physique et la Mécanique fournissent. Mais la Nature nous offre encore d'autres fermentations des végétaux, dans la formation de la tourbe, de la houille ou charbon de terre, des bitumes etc. fermentations dont les produits s'éloignent fort de la nature du terreau. Celle qui s'en éloigne le moins est celle qui produit la tourbe, substance composée des débris de végétaux qui ont fermenté sous de

l'eau stagnante qui, comme vous savez, diminue et modifie le contact de l'air avec les végétaux et conserve par là dans les plantes une plus grande quantité de carbone et d'hydrogène et parconséquent un reste d'inflammabilité. Nous reviendrons sur cette matière lorsque nous traiterons la *Physique de la terre.*

Considérons à présent la fermentation putride des matières animales. Ces matières diffèrent dans leurs principes des matières végétales par une quantité considérable d'azote qu'elles contiennent en sus des principes des matières végétales, et l'effet de ce surplus est que la fermentation s'établit dans le règne animal incomparablement plus vîte que dans le règne végétal, sans l'addidition d'aucun ferment.

Mr. de L. Ainsi voilà l'azote bien établi comme ferment par la Nature elle-même.

Mr. de P. Au moins ce fait général prouve-t-il beaucoup en faveur de cette théorie.

La fermentation putride des substances animales a en général beaucoup de ressemblance avec celle des végétaux. La couleur pâlit, la substance devient molle; il se forme même à sa surface un liquide d'une odeur fade qui cause des nausées. Il s'en dégage les mêmes gaz que dans la putréfaction des plantes; il se forme un ou plusieurs acides outre le carbonique, et il reste à la fin un terreau très ressemblant au terreau végétal. Mais ces deux fermentations ont aussi des différences essentielles; la principale, par ce qu'elle est générale, est que la putréfaction des substances animales produit du gaz ammoniac, lors même que les substances en fermentation n'ont aucun contact avec le gaz azote de l'at-

mosphère; ce qui prouve que l'ammoniac produit doit sa naissance à l'azote contenu dans la substance animale. Outre cette différence générale il en est encore d'autres particulières à telle ou telle substance. Les oeufs pourris et les excrémens des quadrupèdes ont l'odeur du gaz hydrogène sulfuré, l'urine des mêmes animaux l'odeur d'ammoniac, les poissons en pourriture celle de l'hydrogène phosphoré, tandis que la clair gâtée n'a aucune de ces odeurs spécifiques mais une odeur indéfinissable, insupportable et souvent mortelle.

Mr. de R. D'où peuvent provenir ces odeurs spécifiques?

Mr. de P. L'analyse chimique a démontré que ces fermentations dégagent réellement tantôt du gaz hydrogène sulfuré, tantôt du gaz hydrogène phosphoré, tantôt une grande surabondance de gaz ammoniac dont l'odeur perce à travers celle de tous les autres; et il est plus que probable que le soufre et le phosphore contenus dans ces gaz sont des produits du procès vital de l'animal. On sait d'ailleurs que ce procès produit le phosphore du phosphate de chaux qui compose la charpente des os, le soufre qui se trouve dans le blanc d'oeuf, le phosphore qui fait partie de la laite des poissons.

Le Comte C. C'est ainsi que le même procès vital produit dans le corps de la poule la chaux de la coque de l'oeuf qui n'est presque autre chose que du carbonate de chaux. Il faut espérer que la Chimie s'occupera un jour de ces opérations créatrices pour en découvrir le secret et la composition de mainte substance qu'on

regarde encore comme simple par ce qu'elle a résisté à l'analyse.

Mr. de P. Nous avons vu que la putréfaction des végétaux sous l'eau prend un caractère particulier. Il en est de même de la fermentation des substances animales ; au lieu de produire du terreau, la viande des animaux, tenue sous l'eau, se change dans environ deux mois en graisse ; cela a lieu également mais plus lentement dans de la terre humide. Cette graisse pourrit en suite, se volatilise, et j'ignore si elle laisse un résidu de terreau. Nous connoissons encore très peu la nature de ce singulier procès, qui consiste sûrement à enlever de l'oxigène à la substance des muscles pour en faire une matière inflammable.

Mr. de L. (*riant.*) On feroit bien d'étudier ce procès pour apprendre à engraisser les personnes maigres et refaire la taille des personnes grasses.

Mr. de P. La fermentation putride des substances animales fournit tous les produits de la fermentation putride des substances végétales. Ainsi nous devons admettre qu'elle est composée des fermentations sucrée, vineuse, acide et végéto-putride, et en outre d'une cinquième qui produit le gaz ammoniac, et enfin d'une sixième pour les cas où il y production de gaz hydrogène sulfuré ou phosphoré.

Représentez vous, madame, la formation de tous ces gaz que la fermentation putride des substances animales nous offre, l'acide carbonique, l'hydrogène carboné, le gaz ammoniac et parfois l'hydrogène sulfuré ou phosphoré ; et vous concevrez que, chacun de ces gaz mêlé en petite quantité à l'air atmosphérique le ren-

dant mortel, un mélange de tous ces poisons dans certaines proportions doive former un poison violent, dont il ne faut peut-être pas un millième mêlé à l'air pour causer de violentes maladies et même la mort. Car c'est une propriété de la fermentation putride, de toutes les fermentations, d'augmenter par le contact avec ses produits, en sorte que ces produits sont une espèce de ferment qui effectue la putréfaction. Ce qui explique pourquoi le charbon pur (et d'après mes expériences la chaux vive) arrête la putréfaction, par ce que le charbon enlève à la matière fermentante les gaz qu'elle produit, et pourquoi l'acide muriatique (notre acide muriateux) est si puissant pour la désinfection de l'air par ce qu'outre qu'il agit comme acide sur le gaz ammoniac et le neutralise, il enlève au miasme son hydrogène et décompose par là les autres gaz, à l'exception de l'acide carbonique, pour devenir acide muriatique (muriateux) hydrogéné.

Mde. de L. C'est avec un vrai plaisir que je vous ai vu revenir à ces deux opérations salutaires de la désinfection par le charbon pur et pur le gaz muriateux (vous voyez que je parle dans votre système) et que vous m'avez fait voir l'accord qu'il y a entre ces opérations bienfaisantes et celles de la fermentation.

Mr. de P. Je suis charmé, madame, de votre satisfaction et je vais me mettre en devoir de la mériter par une nouvelle considération de la plus grande importance.

En parlant de la fermentation putride nous avons proprement parcouru le domaine de la mort. Cela est si vrai que les Médecins n'ont pas d'indice absolument

sûr, pour distinguer la mort apparente de la vraie, que la putréfaction. Eh bien! C'est du sein de cette fermentation mortelle que vous allez voir sortir la vie, non seulement dans le sens que le terreau et les autres produits de la putréfaction végétale et animale sont les matières dont se composent les plantes qui nourrissent tous les animaux, mais dans le sens absolu, au pied de la lettre. Le même procès chimique qui est mortel à tout animal vivant est en même tems son procès vital, l'opération de la Nature qui produit la vie, et nous sommes autorisés à abattre les barrières crues insurmontables que la Science, encore trop peu éclairée, avoit élevées entre la vie et la mort.

Mde. de L. Ainsi la vie et la mort, la santé et la maladie, ne seroient qu'un même procès, fondé sur les mêmes principes, opéré par les mêmes causes?

Mr. de P. Oui, madame, et ce paradoxe, encore fortement contesté par les Médecins et Physiologistes ordinaires, est à mes yeux le prodige qui atteste le plus clairement l'intelligence infinie que le Créateur a mise dans ses oeuvres.

Qu'est ce que la vie? Le Physicien, le Chimiste, le Physiologiste et même le Médecin ne peuvent la considérer que comme phénomène, par ce que nous ne nonnoissons pas et ne connoitrons jamais physiquement la cause première qui donne l'impulsion à la vie, qui fait de la matière brute des Individus, dans les quels il existe une unité d'action, un système de procès qui concourent tous à un même but. Ce grand secret, la Divinité se l'est réservé; c'est la plus belle partie du secret de la Création. La plante et l'animal perdent à chaque mo-

ment une partie de leurs substances et réparent à chaque moment cette perte, de sorte que la partie réparée se trouve en tout semblable à la partie qui a disparu, à quelques différences près qui suivent une loi fixe de succession. Ces différences sont ce que l'on nomme le développement de la plante et de l'animal. Ainsi *la vie*, réduite à son phénomène général, *est un échange de substances.* La perturbation de ce phénomène est la maladie, sa cessation est la mort.

Ce phénomène général est produit par un grand nombre de procès qui tous engrennent plus ou moins les uns dans les autres et dont la connoissance plénière pourroit seule nous donner une idée vraie et complette de la santé. Mais comme nous sommes encore bien éloignés de posséder cette connoissance, nous affirmons au moins l'état de santé par le sentiment du bien être ou du malaise physique qui nous permet de conclure à la régularité ou à l'irrégularité de la marche de tous ces procès.

Mde. de L. Ainsi le sentiment nous mène ici bien plus surement que les connoissances.

Mr. de P. Ici comme par tout, madame. C'est au sentiment physique et moral que la Divinité a confié, a attaché, ce que l'homme a de plus précieux, la santé du corps et de l'âme, le bien-être physique et la Religion.

Mde. de L. Quelle simplicité, quel accord sublime!

Mr. de P. Ces procès, si compliqés à raison de la grande multiplicité des effets qu'ils doivent avoir, si entrelacés les uns dans les autres à raison de l'unité d'ef-

fet qui doit en résulter, sont très difficiles, peut être même impossibles à examiner avec justesse dans le grand procès même de la vie. Nous avons pour cet effet recours aux procès qui ont lieu hors du domaine de la vie, dans la nature morte.

Mr. de G. Mais de quel droit oserons-nous conclure des procès de la mort aux procès de la vie? Pouvez-vous lever cette contradiction?

Mr. de P. Elle se lève d'elle-même par la ressemblance frappante qu'il y a entre ces deux procès qui vous paroissent si opposés et par la succession immédiate de l'un à l'autre. Promenez vous, mon ami, pendant une heure ou deux à 30 degrés de froid jusqu'à ce que votre nez ou vos oreilles soient gelés et entrez alors subitement dans une chambre chaude. Cette matière organique gelée et ramenée subitement à la température ordinaire, commencera à fermenter; il se produira une inflammation à la quelle succèdera bientôt la gangrène, c. à. d. la pourriture. Cet organe est mort et le scalpel ou des agens chimiques seuls pourront arrêter l'effet de cette putréfaction qui tend à s'étendre sur le reste de votre corps. Vous évitez par contre toutes ces suites dangereuses en frottant votre organe gélé avec de la neige dès que vous sortez du froid; et ce frottement n'a pas d'autre effet que d'empècher un réchauffement trop subit qui déchire les vaisseaux qui contiennent les fluides gelés et peut-être de redonner aux nerfs l'activité qu'ils ont perdue par l'action du froid. Liez vous le bout du doigt fortement avec une ficelle pour arrêter la circulation dans la partie extérieure. La douleur vous indiquera sur le champ le commencement de l'in-

flammation, c. à. d. d'une fermentation qui est le premier acte de la putréfaction qui se manifeste bientôt entièrement. Otez la ligature à tems et la circulation rétablie rétablira bientôt la santé du doigt. Les playes appartiennent à la même cathégorie. Si on les laisse ouvertes, la chair soustraite à la circulation se putréfie bientôt, surtout par l'action de l'air. Si par contre on rapproche les lèvres de la playe et préserve leurs bords de l'influence de l'air par le plus simple emplâtre, alors les substances et les vaisseaux séparés se réunissent et le membre malade se rétablit.

Passons aux maladies internes. Une des plus terribles et affectée d'une quantité presque innombrable de modifications et souvent de plusieurs complications, est la fièvre soi-disante nerveuse, souvent nommée *typhus*, maladie épidémique par les exhalaisons qu'elle produit. C'est une vraie putréfaction qui a le plus souvent son origine dans une activité exagérée de la bile ou dans une décomposition partielle de cette substance animale. Eh bien! Dans les années 1812, 1813 et 1814 où toute l'Europe étoit infectée de cette maladie, j'ai guéri ou fait guérir plusieurs centaines de ces malades avec du vinaigre, remède antiseptique et qui en outre, comme acide, neutralise l'alkali et prive par là la bile de cette activité meurtière. Vous voyez ici le vinaigre faire le même effet dans la nature vivante que dans la nature morte.

Le jeune de L. Pourquoi avons-nous de la bile, si elle est si dangereuse à la santé?

Mr. de P. Elle cause encore bien d'autres mala-

des, mais seulement lorsqu'elle existe en trop grande abondance ou lorsqu'elle est gâtée. Son usage d'ailleurs est indispensable; car elle produit conjointement avec les sucs gastrique et pancréatique, la digestion, c. à. d. l'espèce propre de fermentation putride des alimens dont la Nature a besoin pour en extraire les substances qu'elle veut assimiler à notre corps. Les excrémens sont le terreau de cette putréfaction. Un changement quelconque dans la forme propre de ce procès est ce qu'on appelle indigestion, et tel de ces changemens produit des maladies très sérieuses.

Le Comte C. J'ai écouté avec beaucoup d'attention tout ce que vous nous avez dit sur les rélations qui existent entre le procès vital et le procès mortel, et je ne puis guères m'opposer à cette ressemblance. Mais si cette grande ressemblance existe, si tous les procès qui constituent la vie ne sont que des actes partiels d'une fermentation générale de toutes les parties de notre organisation, d'où vient que cette fermentation ne produit pas la pourriture de tout notre organisme en très peu de tems?

Mr. de P. Voilà le noeud de la question, et le Physicien n'est pas embarassé de le résoudre. Nous avons vu que la fermentation putride des substances animales est composée de cinq ou six procès chimiques qui se suivent pour chaque particule de la matière dans un certain ordre. Ajoutons aux cinq fermentations qui ont été nommées une sixième, la *fermentation animée*, qui doit se distinguer de la fermentation putride ordinaire à cause de quelques substances particulières, tel-

les que la bile, le suc gastrique et autres qui entrent dans le procès à mesure qu'elles se forment, et nous pourrons considérer le procès vital, la vie, comme l'effet de cette fermentation arrêtée à différentes époques parce que le passage des fluides d'un vaisseau à un autre arrête le procès partiel établi pour en commencer un autre qui se trouvera interrompu par le passage du fluide dans un troisième vaisseau. Vous concevrez ces passages et ces interruptions en considérant la circulation du sang. Ce fluide très composé et très susceptible de fermentation, commence en effet à fermenter dans les veines en même tems qu'il reçoit à chaque instant de nouveaux surcroits de carbone par la nutrition, et arriveroit bientôt au degré que nous nommons pourriture s'il séjournoit longtems dans ces vaisseaux. Mais la circulation le fait passer dans le poumon où l'air atmosphérique lui enlève ce surplus de carbone, procès que nous nommons la respiration. Ce commencement de fermentation est un certain degré de décomposition qui sépare du sang la majeure partie des sucs qui réparent les pertes que l'organisme essuie continuellement, réparation qui se nomme assimilation, et la nutrition fournit de nouveau au sang ce qu'il a cédé et le surplus de carbone que l'oxigène de l'air lui enlève dans le poumon et sous l'épiderme de tout le corps.

Ainsi nous avons comme régulateur du grand procès de la vie un phénomène général, le passage des fluides dans différents vaisseaux, c. à. d. *le mouvement*, et reconnoissez le même principe comme modérateur de la pourriture ordinaire dans la comparaison d'une eau stagnante à une eau en mouvement, d'un marais

dans le quel l'eau pourrit à un fleuve ou l'eau conserve sa pureté.

Mr. de T. Mais où est la source de ce mouvement?

Mr de P. Pour le sang nous la trouvons dans l'iritabilité du coeur et dans la contractilité des artères, comme je crois l'avoir dit lors de la description de la circulation. Pour les autres fluides nous la trouverons dans l'attraction de surface et dans l'affinité physique qui mêle les substances hétérogènes. D'autres mouvemens sont probablement produits par l'iritabilité des muscles.

Mr. de T. L'iritabilité est une propriété de la substance animale qui elle-même a besoin d'être expliquée. Quel est le principe de l'iritabilité?

Mr. de P. Nous voilà arrivés à la cime du problème de la vitalité, là où ni la Physique ni la Chimie semblent ne nous offrir plus de ressources. Nous voulons pour le moment regarder l'iritabilité comme le premier principe mécanique de la vie, celui qui imprime le mouvement à la machine animale. Arrêtons nous pour aujourd'hui à cette considération, restons sur cette cime élevée d'où nous pouvons contempler le vaste champ de la vie physique. Demain j'aurai l'honneur de vous détailler quelques uns des procès particuliers qui forment l'ensemble de ce grand procès pour jetter plus de jour sur l'importante question qui nous a occupés sur la fin de cette soirée.

Soixante neuvième entretien.

Mde. *de L.* Vous nous avez promis hier, monsieur de P., la description de quelques unes des parties principales du procès vital. Cette description aura pour moi beaucoup d'intérêt; mais aura-t-elle assez de clarté? Car j'imagine qu'il faudra bien des connoissances anatomiques dont je ne possède aucune.

Mr. de P. Votre crainte seroit fondée, madame, si j'entreprenois de vous décrire ces procès avec les détails nécessaires aux Physiologistes, détails que vous auriez oubliés demain, par ce qu'il est presque impossible de s'en ressouvenir sans en faire une étude continuelle. Mais je me souviens de ma promesse de ne vous offrir que des résultats liés entre eux par un fil facile à saisir et à suivre. Si j'ai paru quelquefois dépasser les bornes de cette promesse, c'est que cela étoit nécessaire pour pouvoir vous offrir certains résultats.

Commençons par l'acte de *la digestion.* Les alimens, dès qu'ils arrivent dans la bouche, se mêlent avec *la salive*; ceux qui ont de la consistance y sont divisés et triturés par les dents et mêlés à la salive par l'action de la langue. De là ils passent par un canal,

nommé *l'œsophage*, dans l'estomac où un mouvement tout particulier de ce viscère les mêle avec le *suc gastrique* qui y arrive continuellement. La salive est un liquide limpide et visqueux, composé d'environ 99 parties d'eau et d'une partie de substance animale et de sels de soude. Elle agit donc comme un dissolvant un peu plus actif que l'eau. Le suc gastrique ressemble beaucoup à la salive, n'est ni acide ni alkalin et agit également comme dissolvant sur les objets de nourriture. Le mouvement en question de l'estomac, nommé *péristaltique*, est une espèce de mouvement ondulatoire et vermiculaire qui produit dans la masse contenue dans l'estomac un changement de place toujours renouvellé, et effectue par là un mélange intime des alimens avec le suc gastrique.

Ces apprêts que la Nature fait pour la digestion indiquent clairement que l'opération sera un procès chimique, une fermentation que la dilution des matières par le suc gastrique favorise; car le Chimiste qui veut établir un pareil procès ne peut mieux faire que de triturer ses ingrédiens, d'y verser un dissolvant et de bien remuer le mélange. Aussi l'effet de ce premier acte de la digestion est la décomposition des alimens qui changent tellement d'aspect et de nature qu'on a dû leur donner un nom particulier. Cette bouillie travaillée par le suc gastrique et par ses propres élémens sous une température d'environ 32 degrés R. s'appelle *Chyme*. On apprend à connoître cette matière en tuant un animal quelque tems après son repas, et dans l'homme en lui faisant avaler de petits sacs de toile pleins de viande ou d'autres alimens et liés à une ficelle au moyen de la

quelle ou les retire à différents tems pour examiner leur transformation.

Mde. de L. Avouez que cette expérience est un peu dégoutante.

Mr. de P. Vous me feriez, madame, ce reproche avec bien plus de raison si je vous peignois les observations et expériences qu'on a faites avec des personnes qui avoient un trou dans l'estomac au moyen du quel on pouvoit voir tout ce qui se passe dans ce viscère.

Les alimens ainsi préparés passent dans les boyaux, nommés *intestins grêles*, où ils se mêlent avec le *suc pancréatique* et la *bile* qui y arrivent continuellement. Ce suc est très peu connu chimiquement; on croit qu'il diffère peu du suc gastrique. La bile par contre est une liqueur qui a été examinée par tant de Chimistes et Physiologistes célèbres qu'on ne sait aujourd'hui plus trop à quoi s'en tenir sur sa composition.

Mr. de L. Beau résultat!

Mr. de P. Que vous trouveriez très naturel, mon Général, si je voulois vous ennuier par le détail des difficultés aux quelles les analyses des substances animales sont sujettes. Ce qui paroit certain (et cela nous suffit) c'est que la bile humaine forme un liquide visqueux, de règle jaune-brunâtre, composé principalement d'albumine (blanc d'oeuf), de graisse, de soude et de sels de soude. Abandonnée à elle-même elle se corrompt, c. a. d. entre en fermentation.

L'intestin grêle, le viscère qui contribue le plus à la digestion, qui reçoit la bile et le suc pancréatique, et se nomme *Duodénum*, est un boyau courbé en forme de ○ où le chyme arrive, une espèce de second esto-

mac qui a un mouvement péristaltique très énergique. Ce canal étroit et courbé et tapissé intérieurement d'une membrane qui forme quantité de gros plis, semble fait exprès pour rallentir la marche de la masse qu'il contient. Aussi a-t-on observé que cette masse y séjourne plus de deux fois plus longtems que dans l'estomac. Ce séjour prolongé, ce mouvement interne si énergique, et l'addition de la bile, qui contient en soude, en sels et en matières putrescibles à peu près $\frac{1}{8}$ de toute sa masse, tout nous annonce une décomposition plus complette des alimens que la première. En effet c'est ici que le chyme se décompose en *Chyle* qui fournit la nourriture à toute la machine organique et en *excrémens* qui en sont rejettés.

Le chyle a la plus grande ressemblance avec le sang et n'en diffère que par la couleur qui est blanc de lait et par un surplus de graisse que le sang n'a pas. Du reste il est composé, comme le sang, d'une matière aqueuse nommée *sérum* et d'une partie solide mais molle, nommée *caillot*, et contient également de la soude, du sous-carbonate de soude et du sous phosphate de chaux.

Ici se termine la digestion proprement dite. Les substances décomposées en chyle et matière excrémentitielle passent du duodénum dans un très long boyau plus étroit que le précédent et contourné dans toute sorte de sens pour y faire séjourner longtems la pâte que le duodémum leur fournit. Ici il ne s'agit proprement plus de composition ni décomposition chimique en faveur de la nutrition, mais seulement d'une séparation mécanique du chyle formé; ce qui se fait par les *vaisseaux lymphatiques* dont les orifices capillaires,

multipliés presque à l'infini, percent l'enveloppe de cet intestin grêle et se terminent au dedans presque à tous les points de la membrane interne plissée qui offre parconséquent une grande surface de sécrétion à la matière contenue dans ce boyau.

Après cette description de l'acte de la digestion, veuillez, messieurs, me dire quel est votre avis concernant ce procès. Peut-on l'expliquer par les principes chimiques purs et simples? Peut-on le regarder comme une fermentation putride commencée et arrêté à certains périodes pour en recommencer un autre? Ou bien croyez-vous qu'il faille avoir encore recours à d'autres causes hors de la sphère purement chimique?

Mr. de R. J'avoue tout rondement que je ne vois dans la digestion que de la Chimie pure et simple.

Le Comte C. Et moi, j'avoue que je ne puis encore sacrifier les idées de forces organiques, supérieures aux forces chimiques et mécaniques, par ce que j'ai lieu de douter que si l'on répétoit ces opérations hors du corps organique, les effets fussent les mêmes.

Mr. de L. Je n'aime pas non plus la Philosophie qui veut rammener toutes les opérations de la machine organique à la Physique et à la Chimie. Je me plais à imaginer une sphère supérieure de forces naturelles qui morigène les forces physiques et imprime à l'organisme le caractère de supériorité sur la matière brute.

Mr. de V. Quelque belle que puisse être cette idée, je ne puis la regarder comme une preuve contre l'opinion contraire.

Mr. de G. S'il s'agit de beauté, d'élégance, d'unité dans un système, je prétends que celui qui ram-

mène tous les phénomènes à peu de lois simples et générales, qui en explique l'immense variété par les circonstances particulières à chaque phénomène, qui statue une unité de cause pour tous, est plus beau, plus simple, plus grand que le système qui établit certaines lois pour la matière brute, d'autres pour la matière végétale, d'autres pour la matière animale, et d'autres enfin pour les zoophytes.

Le jeune de L. S'il m'est permis d'émettre mon opinion, je me range du côté de monsieur le Comte et de Papa, par ce que je doute fort que la Chimie, la Physique et la Mécanique réunies puissent expliquer tous les phénomènes organiques.

Mde. de L. Il paroit que monsieur de T. et moi resterons neutres dans cette grande querelle.

Mr. de P. Ainsi mon tour de me prononcer est venu, et vous savez tous d'avance de quel parti je suis, l'opinion combattue par messieurs de C., de L., m'appartenant en propre; je l'ai émise publiquement il y a vingt ans, dans un tems où toute l'Europe savante croyoit voir dans chaque organe, dans chaque vaisseau, dans chaque fibre et même dans les liquides du corps organique, une force vitale particulière à chacun d'eux, qui se moquoit de la Physique et de la Chimie.

Le jeune de L. Vous avez prouvé par là que vous partagez avec le célèbre Davy le génie du paradoxe.

Mr. de P. Puisque vous m'attaquez vous allez être le premier que je réfuterai. Si l'impossibilité d'expliquer plusieurs phénomènes organiques prouvoient contre la validité des forces physiques dans cette partie du domaine de la Nature, vous seriez également en

droit de supposer des forces hyperphysiques pour cent phénomènes de la matière brute que nous ne sommes pas encore en état d'expliquer. Et si ce principe avoit régné depuis deux cents ans nous aurions pour chaque phénomène un agent ou une loi spécielle, et point de lois générales, c. à. d. point de Physique. C'est là où l'on en étoit dans le moyen âge lorsque la Philosophie d'Aristote, qui gouvernoit toutes les têtes, supposoit à chaque matière une force occulte qui produisoit le phénomène à expliquer.

Mr. de L. Vous voilà réfuté, mon cher fils. A présent va venir mon tour.

Mr. de P. Pas du tout; notre ami G. m'a dispensé de ce devoir. C'est à monsieur le Comte à qui j'en veux.

Le Comte C. Je compte sur votre générosité.

Mr. de P. C'est faire le compte sans l'hôte; car j'avois cru que Vous précisément seriez de mon parti, et je regarde votre alliance avec le parti opposé comme une défection. Votre argument est que les opérations de la digestion ne produisent sûrement pas hors de l'organisation les mêmes effets que dans le corps animé. Je suis loin de révoquer cela en doute et je vous annonce même qu'on a essayé de produire des digestions artificielles en mêlant des alimens avec du suc gastrique et de la bile. Le résultat a été une décomposition à la vérité analogue au procès de la digestion; mais on n'a pas composé de chyle. Je vous demande parcontre si le procès artificiel s'est fait sous les mêmes circonstances que le procès naturel? Je vous demande si le mouvement péristaltique inimitable a pu se répéter dans

une cucurbite on tout autre vase rigide, si l'on a mêlé aux alimens les sucs digestifs dans la même proportion et dans la même succession que la Nature le fait, si l'on a ajouté le suc pancréatique dont on n'a jusqu'à présent pu rassembler que ce qu'il faut pour s'assurer tout au plus de son existence, sans en avoir assez pour le soumettre à la plus simple analyse? Je vous demande enfin si les Anatomistes et Phisiologistes sont bien sûrs que dans l'acte de la digestion la Nature n'employe pas d'autre agens que les sucs gastrique et pancréatique et la bile? J'aurai l'honneur et le plaisir de vous prouver encore aujourd'hui que les liquides et les sucs qui se trouvent hors d'un vaisseau ont une influence chimique marquée sur les matières contenues dans un autre vaisseau. Or comme dans le bas-ventre presque tous les viscères se touchent et que les vides contiennent en outre des exhalaisons provenantes de tous ces vaisseaux, qui calculera l'effet de ces nouvelles substances?

Le Comte C. Faudra-t-il nous rendre, Général?

Mr. de P. Posons bien clairement l'état de la question. Le procès de la digestion a tous les caractères d'une fermentation putride commencée et interrompue, puis recommencée sous une nouvelle influence, puis interrompue par l'éloignement du chyle pour recommencer une troisième fois dans un nouveau sens, qui produit enfin les excrémens tels que la Nature les expulse de la machine organique. Et ce qui prouve bien cette vérité, c'est que les excrémens faits sont arrivés au plus haut degré de la fermentation putride et en livrent tous les produits, c'est que, si par un défaut de mouvement ou par une surabondance d'alimens la

matière fermentante séjourne trop longtems dans les premières voyes, elle y acquiert les degrés supérieurs de fermentation; de là le dégagement de gaz putrides et la putréfaction formelle de la matière, qui causent souvent des maladies mortelles. Cette analogie si bien établie du procès de la digestion avec les phénomènes de la fermentation des substances animales doit-elle nous suffire? Ou bien devons-nous statuer encore d'autres forces, uniquement par ce que nous ne pouvons pas imiter le procès de la Nature dans nos cucurbites ou dans nos cornues? Mais sommes-nous en état de faire seulement une pierre brute? Et prétendrons-nous pour cela que la Nature y employe des moyens hyperphysiques? Soyons modestes. En même tems que nous honorons l'esprit humain pour la découverte des lois physiques, croyons sérieusement que le Créateur employe ces lois avec une intelligence infiniment supérieure et que parconséquent nous sommes encore bien éloignés de pouvoir l'imiter. Tout le monde sait qu'une montre est composée de laiton et d'acier; mais l'horloger seul sait faire une montre.

Le Comte C. Général! nous voulons nous rendre.

Mr. de L. (*riant.*) Il y a longtems que je me suis rendu. Je ne m'étois proprement rangé de votre parti que pour le grossir par ma masse et fâcher monsieur de P. Je n'aime point l'obscurité des idées mystiques dans les sciences naturelles. Je préfère dans le Physicien l'aveu de son ignorance à cette arrogance savante qui enfante un mot pour couvrir son défaut d'idées.

Mr. de P. Quelques Phisiologistes ont fait entrer

l'action des nerfs dans le procès de la digestion, et nous ne l'en exclurons pas, mais nous l'admettrons dans un autre sens. Les nerfs sont la source de l'iritabilité comme ils sont les conducteurs de la sensibilité. C'est à leur action que nous devons les mouvemens propres des organes; et comme la digestion ne peut avoir lieu sans ces mouvemens, il est clair que les nerfs jouent un grand rôle dans ce procès, et nous ne nous étonnerons pas que les affections fortes de l'âme, qui tantôt augmentent, tantôt dépriment l'action des nerfs, influent sur la digestion.

Le jeune de L. Mais voilà cependant une qualité propre à la matière animale que vous statuez, l'iritabilité; et il me semble qu'il ne vous reste qu'à la ranger sur la liste de la gravitation, de l'attraction de surface et de l'affinité.

Mr. de P. Plusieurs Phisiologistes, les plus raisonnables, font cela, mon cher; pour moi qui ne suis pas Physiologiste, mais Physicien, je n'en fais pas de même, mais je ramène cette qualité de la matière organique à une des très lois générales de la Nature. Je ne sors pas de ma trias. Mais ce n'est pas encore le moment de vous développer ce système. Examinons à présent un phénomène non moins important du procès vital, *les Sécrétions*, l'art par le quel la Nature sait trier les substances qu'elle veut séparer des autres et les transporter d'un bout de la machine organique à l'autre.

La théorie des sécrétions est la partie la plus difficile de toute la Physiologie. Le théatre de ces opérations est presque infini par la variété des substances

qu'elles produisent et des vaisseaux dans les quels elles s'opèrent. C'est principalement à cet égard qu'on peut dire que le corps humain est un monde en petit. Aussi les opinions et les hypotèses que l'on a émises pour cultiver ce champ immense sont-elles extrèmement variées.

Les anciens Physiologistes prétendoient que le sucs que l'organisation animale produit se trouvent déja tous préparés dans le sang qui n'est selon eux qu'un mélange mécanique de ces sucs, et que les organes sécrétoires ne font que les séparer et les distribuer dans les différentes parties du corps. Aussi Descartes prétend-il que les organes sécrétoires ne sont que des cribles modifiées par la Nature de manière à ne recevoir que certains sucs et à rejetter les autres. Van Helmont, le premier vrai Phisiologiste, combattit cette idée, prétendit que le sang ne contient que les principes des autres sucs et que pour les extraire il faut une opération chimique. Pour exécuter cette opération il imagine que chaque vaisseau sécrétoire contient une matière particulière, une espèce de ferment qui agit chimiquement sur le sang, et le décompose d'une manière conforme au but de la Nature.

Les deux plus grands Anatomistes du commencement du siècle passé, Malpighi et Ruisch, considèrent les glandes (qui se trouvent presque partout) comme les organes sécrétoires proprement dits où le sang se décompose; mais ils se contredisent quant à la construction de ces glandes. Malpighi les considère comme un amas de globules vides dans les quels liquide se rassemble et subit les changemens nécessaires. Ruisch au contraire prétend que ce sont des pelotons de très petits

boyaux où le liquide circule lentement et change de nature. Boerhave et Haller, deux astres de la première grandeur dans la Médecine et la Physiologie, se déclarèrent, le premier pour l'opinion de Malpighi et le second pour celle de Ruisch. Quant à moi, qui n'ai jamais disséqué, je pense que ces grands Naturalistes ont tous quatre raison et que nous avons des glandes globuleuses et des glandes pelotonneuses.

A ces louables efforts succéda une époque où l'on essaya d'introduire formellement la Physique et la Chimie dans le domaine de la Physiologie; mais cela réussit mal par ce que ces deux bases de toutes les sciences expérimentales n'avoient pas alors le degré de perfection nécessaire qu'elles auroient dû avoir et par ce que ceux qui se chargèrent de l'office d'appliquer les connoissances physiques, mécaniqnes et chimiques d'alors, s'y prirent en outre mal-adroitement. On put leur démontrer différentes erreurs dans leur système, sans compter son insuffisance; et l'on se crut alors, surtout en Allemagne, en droit de bannir les lois générales de la Nature de tout système organique et la Scholastique des forces vitales, propres à chaque organe séparément, se déborda et, secondée de la Philosophie de la Nature, inonda l'Allemagne et passa même plus ou moins dans les pays voisins. Ces folies m'ennuièrent et je publiai il y a près de 20 ans une *dissertation sur l'application de la Physique et de la Chimie à la Médecine*, où je frondai ces idées en vogue et essayai de tracer la route que la Physiologie, la Pathologie et la Thérapie doivent suivre. Le besoin de rammener la vraie science dans la Médecine et d'en expulser le cahos des qualités oc-

cultes fit recevoir mon ouvrage par les Médecins même avec une indulgence et des égards que je n'avois pas attendus; et si le système de l'iritabilité n'avoit pas prévalu dans la pratique de la Médecine, la révolution se seroit faite, complettement, révolution qui au reste s'achemine à grands pas vers sa perfection.

Le Comte C. Je suis bien curieux de connoitre votre système sur les sécrétions.

Mr. de P. Pour le refuter, n'est-ce pas?

Le Comte C. (*riant.*) Assurément, si je le puis, et par vengeance.

Mr. de P. Tantae ne animis cœlestibus irae?

Le Comte C. C'est à dire, suivant la version de Gresset:

Entre-t-il tant de fiel dans le coeur des dévots?

Eh bien! je vais mettre tout mon Christianisme à contribution pour oublier mon ressentiment et tâcher d'adopter votre système.

Mr. de L. Voilà ce qui s'appelle faire des prosélytes de force.

Mr. de P. Il faut faire flêche de tout bois quand on a tant d'ennemis à combattre. — Mais entrons en matière.

Je distingue deux opérations dans les procès de sécrétion. L'une consiste à sucer les substances déja formées et à les transporter au loin par des vaisseaux destinés à cet effet, l'autre de transformer ces matières en d'autres substances également organiques. L'action des vaisseaux lymphatiques dont les orifices capillaires innombrables se trouvent à l'intérieur des intestins grêles, se rapporte à la première de ces deux opérations. Ces

vaisseaux sucent le chyle par un mécanisme que nous ne connoissons proprement pas. Je soubçonne deux causes de cet effet. La première est la capillarité qui, il est vrai, ne peut agir dès qu'on suppose que les vaisseaux lymphatiques sont une fois pleins de ce suc, mais qui redevient active dès que la quantité de ces sucs diminue dans ce système de vaisseaux, enlevée par l'action d'autres vaisseaux. La seconde et la principale est le mouvement péristaltique qui, à ce que je crois, n'a pas pour but unique de donner du mouvement à la masse pâteuse contenue dans l'intestin grêle, mais exerce apparemment aussi une pression sur les vaisseaux lymphatiques qui fait marcher la liqueur qui y est contenue. Au moins voyons-nous que ce mouvement péristaltique fait marcher la pâte elle-même dans les intestins grêles, malgré leurs tours et détours très nombreux et l'irégularité des surfaces intérieures. Pourquoi n'auroit-il pas le même effet sur les vaisseaux lymphatiques?

Le Comte C. Le prosélyte de force se rend de gré à cette Physique, et voit d'autant moins d'objections à faire qu'il trouve cette opération analogue à ce que la Nature fait d'ailleurs très souvent, de se servir du même moyen pour arriver à plus d'un but.

Mr. de P. La seconde opération sécrétoire, la transformation d'une matière en une autre très différente, de même aussi la dilution de certains sucs contenus dans leur viscère, est un problème qui paroit ne pas se résoudre si facilement; car dans la plûpart des cas on ne connoit point l'issue que prennent ces substances, point d'orifice par où elles entrent ou sortent, et souvent on voit une matière se changer, se dé-

composer en passant d'un vaisseau à un autre plus étroit ou plus large. C'est ici où la Physiologie a constamment échoué.

Pour nous retrouver dans cet immense labyrinthe attachons un fil à deux expériences que je vous ai décrites sur l'esprit de vin et l'eau séparées une vessie, fil qui nous conduira sûrement. Refaisons notre ancienne figure (fig. 4.). Le vase A plein d'esprit de vin, fermé par une vessie et plongé dans un verre d'eau, a attiré de l'eau; et j'ai eu l'honneur de vous expliquer ce phénomène, de même que son revers représenté par cette seconde figure. Cette opération est une vraie sécrétion; l'esprit de vin en A enlève de l'eau au vase C, et l'esprit de vin du vase D enlève de l'eau au vase B. La figure des vases ne fait rien à la chose. L'essentiel est que les deux substances qui agissent par affinité soient séparées, ou réunies, par une membrane qui en vertu de l'attraction de surface soit perméable à l'une des deux liqueurs, sans cependant la laisser écouler formellement. Or tous les vases du corps humain sont des membranes qui ont plus au moins de ressemblance avec la vessie. Donc, aussi souvent qu'on vase organique plein d'un suc plongera dans un fluide, s'il est perméable à ce fluide et si ce fluide a quelque affinité avec le suc, il attirera ce fluide; s'il n'est perméable qu'au suc, le suc passera dans le fluide, et s'il est perméable aux deux, les deux substances se mêleront dans le vase et hors du vase. Les mêmes effets auront lieu si les deux substances hétérogenes se trouvent dans deux vases organiques, flexibles et qui se touchent par leur surface extérieure; car deux membranes feront le même effet qu'une seule,

seulement plus lentement si elles sont chacune aussi épaisses que la vessie, et d'autant plus vîte qu'elles seront plus minces.

Mr. de R. C'est comme si vous leviez un rideau qui couvroit le secret des sécrétions. Je vois en idée les sucs traverser les parois des vases qui les contiennent pour passer dans d'autres vases et s'assimiler aux sucs que ceux-ci contiennent, et je conçois que la différence spécifique de la membrane des vaisseaux consiste dans la propriété d'être, en vertu de l'attraction de surface, perméable pour certains sucs et pas pour d'autres. Je conçois même que l'affinité qui effectue cette marche des substances puisse décomposer l'un ou l'autre et produire de nouvelles substances organiques.

Mr. de L. Monsieur de R. a pris feu et nous allons voir bien d'autres choses encore. Cependant je prends la liberté de demander préalablement à monsieur de P. si l'expérience confirme ces idées théoriques.

Mr. de P. Voici me réponse: L'expérience n'a encore été que très peu consultée là-dessus et par moi seul; et comme je ne suis pas à même de la consulter plus souvent, je ne puis vous offrir que deux expériences, mais qui me semblent assez décisives pour engager les Phisiologistes à les répéter sur d'autres sujets. Au moins expliquent-elles un phénomène que toutes nos autres connoissances ne peuvent expliquer. L'urine qui se forme dans les reins de l'animal, est une matière fluide, visqueuse, très consistante. De ce vaisseau préparatoire elle s'écoule par un canal particulier dans la vessie d'où elle ressort quelque tems après, delayée dans un volume peut-être centuple d'eau. D'où lui vient

cette eau? L'Anatomie a cherché en vain pendant un siècle les canaux secrets qu'on avoit supposés à cet effet; ils n'existent pas. Mais nos expériences sur l'esprit de vin et l'eau nous livrent le mot de l'énigme. J'ai pris de l'urine telle que l'animal la rend; j'en ai empli une petite vessie de mouton jusqu'aux deux tiers et pesé le tout soigneusement après avoir bien lié l'orifice. Je l'ai mise ensuite dans un bocal de verre plein d'eau que j'ai entretenue pendant 24 heures à la température de 30 degrés R. Au bout de ce tems la vessie avoit augmenté en poids d'une quantité égale à $\frac{1}{7}$ du liquide qu'elle contenoit. J'ai renversé l'expérience et au bout du même tems la vessie avoit perdu $\frac{1}{11}$ de son poids. Ce dernier résultat est moindre que le précédent par ce que l'urine exposée dans le vase extérieur à l'action de l'air avoit déja subi un commencement de décomposition. Si vous considérez que cette urine n'étoit pas le suc urineux pur, tel qu'il découle des reins, mais une solution de cette substance dans peut-être cent fois autant d'eau, vous jugerez aisément que ce suc non délayé doit agir avec une très grande énergie, et vous concevrez ainsi comment il se fait que la vessie absorbe dans quelques heures une quantité considérable d'eau, qui se dégage constamment des autres intestins, sans qu'on ait à chercher un canal particulier pour cette opération. Vous admirerez enfin la Nature qui extrait du sang la substance urineuse pour enlever au bas ventre et par un mécanisme si simple, une quantité d'eau qui se rassemble dans la cavité du ventre et qui, si elle n'étoit absorbée et éconduite, produiroit dans quelques jours une hydropisie mortelle.

Le Comte C. Et je conclus de là que la santé de la vessie, l'état où elle possède et conserve cette propriété d'absorber l'eau par le moyen du suc urineux, est de la plus grande importance.

Mr. de P. J'ai répété cette expérience avec un oeuf récemment pondu sans coque, entouré seulement de sa membrane ordinaire qui d'ailleurs est contigue à la coque, afin de m'assurer que cette propriété des membranes animales existe également dans des sujets vivans. Cet oeuf, mis dans de l'eau tiède, en absorba une si grande quantité et la membrane, auparavant lâche, se trouva tellement tendue que, lorsque je voulus le retirer de l'eau pour le peser, il me créva dans la main. Cette expérience nous met en droit de conclure que les pores de cette membrane sont les canaux infiniment multipliés que la Nature a assignés pour la nourriture de l'oeuf dans le corps de la poule; car il est très connu que l'oeuf existe dans l'ovaire, s'y nourrit et y croit, sans qu'aucun canal se trouve entre lui et la mère.

C'est aux Physiologistes à suivre le fil de ces expériences, à les répéter sur plusieurs espèces de membranes et avec des fluides animaux de différente nature pour s'éclairer sur tant de procès sécrétoires pour les quels l'Anatomie n'offre point de canaux directs.

Cette propriété des membranes d'être perméables pour certains fluides et pas pour d'autres, est ce que l'on avoit désigné sous le nom de force vitale propre à chaque intestin, et j'espère que l'explication que je viens de vous en donner vous persuadera de l'importance des propriétés physiques et chimiques de la matière dans l'organisme, vous convaincra que les lois gé-

nérales de la Physique et de la Chimie ne se laissent pas morigéner comme des polissons par le maitre d'école, mais que c'est à elles que le Créateur a confié les phénomènes de la matière organisée, de ces machines infiniment variées et délicates, non à des êtres d'imagination qu'on fait intervenir comme des revenans, uniquement en vertu de notre ignorance.

Permettez moi de terminer notre soirée par cette apostrophe. Le procès de la respiration que j'aurai l'honneur de vous détailler demain, fournira de nouvelles preuves à ces principes.

Soixante dixième entretien.

Mr. *de P.* Respirer et vivre sont devenus synonymes, non seulement dans la langage du Poëte, mais aussi dans la langue vulgaire. Cela seul suffit pour prouver l'importance immense de *la respiration* et pour me persuader que mon aimable auditoire prendra un vif intérêt à la description de cette partie indispensable du procès vital.

Le Comte C. Et l'intérêt pour la théorie se joindra à l'intérêt pour la chose.

Mr. de P. Vous connoissez la trachée-artère. Sa partie inférieure se partage en deux tuyaux qui aboutissent chacun à un des poumons. Car cet organe principal de la respiration se partage en deux grandes masses séparées, logées dans la cavité de la poitrine. Chacune d'elles est composée d'une infinité de cellules qui communiquent entre elles et avec la trachée-artère, qui à cet effet se partage à chacun de ses deux bouts en un grand nombre de branches et de rameaux qui finissent par n'avoir que $\frac{1}{5}$ ou $\frac{1}{6}$ de ligne de diamètre. L'orifice de ces derniers rameaux, qui s'enfoncent par tout dans la masse cellulaire, forme la communication de la tra-

chée avec les cellules. Les parois des cellules sont des membranes extrèmement minces ; on évalue leur épaisseur à $\frac{1}{1000}$ de pouce.

Jettons à présent un coup-d'oeil sur le mécanisme du coeur (T. I, fig. 29.). Vous savez que le sang, après avoir passé par la grande circulation des artères dans les veines, se rassemble dans le ventricule droit C, d'où il est chassé par l'artère pulmonaire i dans le poulmon supposé en o. Cette artère pulmonaire est double, déja à sa sortie du coeur, pour fournir à chaque poumon un tronc de vaisseau dont les rameaux s'étendent parallèlement à ceux de la trachée artère et dont les dernières ramifications, qui atteignent une extrème finesse, traversent en tout sens la masse cellulaire du poumon. Ces dernières ramifications s'abouchent avec celles des veines qui rammènent le sang dans le vestibule gauche du coeur.

Mr. de R. Il est clair par là que les artères et les veines se trouvent en contact aves les cellules et les rameaux de la trachée-artère par un nombre infini de surfaces.

Mr. de P. La construction de cet organe principal de la respiration indique évidemment que c'est là le bat de la Nature. La partie mécanique de l'acte de la respiration se rapporte à l'action d'un soufflet, comme j'ai déja eu occasion de vous le dire. La cavité de la poitrine se dilate pour l'aspiration et se rétrécit pour l'expiration. La première de ces deux opérations diminue la pression du peu d'air contenu dans la cavité de la poitrine sur les poumons, et donne parconséquent à l'air extérieur la faculté de s'introduire par la trachée-

artère dans le système des cellules. La seconde opération exerce sur les poumons une pression qui force l'air aspiré de ressortir par le même chemin par le quel il étoit entré.

Mr. de T. Le très humble et très dévoué ami de la Mécanique désireroit bien savoir comment se fait cet élargissement et ce rétrécissement de la poitrine.

Mr. de P. La cavité de la poitrine est séparée de celle du bas-ventre (abdomen) par le *diaphragme*, paroi horizontale fixée de toute part à la circonférence intérieure du corps comme un toile, lâche dans son état de repos. Il prend une figure voutée vers le haut, pressé de bas en haut par la masse des intestins qui remplissent le bas-ventre et se trouvent eux-mêmes comprimés par la peau qui forme la cavité où ils se trouvent.

Mais cette paroi, qui n'offre que trois ouvertures, fermées par les vaisseaux nourriciers aux quels elles donnent passage, est un muscle vigoureux qui se contracte et se relâche alternativement. La contraction tend ce muscle et change sa figure voutée en une figure plane. Ce changement a deux effets: l'un de diminuer le volume de la cavité abdominale, ce qui fait que la partie antérieure du bas-ventre s'élève; l'autre augmente le volume de la cavité de la poitrine, y produit un vide que l'air atmosphérique extérieur s'empresse de remplir en se précipitant par la trachée-artère dans les poumons. Voilà l'acte de l'inspiration, Au moment ou ce muscle se relâche, cesse de presser les intestins abdominaux, ceux-ci, toujours pressés de l'extérieur à l'intérieur par l'action de la peau, remontent vers la cavité de la poitrine et poussent le diaphragme de ce

côté; ce qui diminue le volume de cette cavité et produit l'expiration.

Mr. de T. Quelle belle simplicité! Et je parie que ce mouvement des intestins abdominaux favorise de ce côté leurs fonctions.

Mr. de P. Je n'en doute nullement quoique l'on n'ait pas encore assigné la manière dont cet effet a lieu; mais nous pouvons être bien certains que le Créateur n'a pas institué un seul mouvement dans notre machine organique qui n'ait un but très salutaire.

Le mécanisme que je viens de vous décrire n'est pas le seul qui opère la respiration. Il en est un autre qui produit une vraie systole et diastole de la poitrine. La Sagesse infinie qui préside aux fonctions organiques n'a pas confié à un seul muscle, au diaphragme seul, une partie du procès vital si importante, dont la cessation est infailliblement suivie de la mort. Elle a prévu que nombre de maladies des intestins abdominaux, causées la plûpart par l'intempérance, peuvent altérer cette fonction du diaphragme, et a remédié à ces inconvéniens temporaires par un nouveau mécanisme.

Le Comte C. En général c'est un caractère de toutes les organisations compliquées que non seulement plusieurs organes réunissent leurs actions pour le même but afin de bien assurer la constance des effets, mais même que des organes étrangers à certaines fonctions se chargent de ces fonctions lorsque les organes qui y sont destinés sont hors d'état de servir. Expliquerez-vous ces phénomènes par la Mécanique, la Physique ou la Chimie?

Mr. de P. Non, monsieur le Comte, je ne les

expliquerai pas, bien persuadé comme je le suis que je n'ai point encore pénétré tous les secrets de l'Intelligence suprême. Mais je vous observerai que pour opérer ces effets la Nature change les propriétés des organes adminiculaires et leur donne celles des organes qu'ils doivent remplacer; ce qui prouve qu'elle s'en tient toujours et très strictement à ses lois générales — mais je vous demanderai si la Physiologie explique ces secrets sublimes en créant pour chaque phénomène des forces imaginaires qui n'offrent que des mots pour des choses, qui coupent la racine à toute discussion ultérieure et nous ravit par là tout moyen d'explication? Soyez bien persuadé, monsieur le Comte, que le Physicien n'est ni audacieux ni arrogant; il connoit trop bien les bornes étroites de ses forces.

Le Comte C. (*avec bonhommie.*) Vous n'avez pas cru, j'espère, monsieur de P., que j'ai voulu attaquer le Physicien.

Mr. de P. (*lui donnant la main.*) Non, monsieur le Comte; vous êtes un ami trop vrai de la Science pour en être capable. Mais je sais que j'ai moi-même donné peut-être occasion à un pareil reproche par les expressions fortes dont je me sers dans nos entretiens contre le système qui veut exclure de l'organisation les lois générales de la Nature ou les soumettre à des êtres d'imagination dont l'existence n'est attestée que par l'impuissance où nous sommes et serons encore longtems de rendre compte des problèmes les plus difficiles de l'organisme. Je me révolte contre l'idée qu'on a de fixer des limites à la réflexion, comme si nous étions en état de prononcer sur celles que le Créateur a assi-

gnées à notre intelligence ou au nombre des objets qu'il lui plait d'offrir successivement à notre examen à mesure que nous avançons dans la connoissance de ses oeuvres. Pardonnez moi cette digression; je retourne au second mécanisme de la respiration.

La cavité de la poitrine est formée par les côtes qui ont leur point d'apui dans l'épine du dos. Ces lames osseuses sont courbées et se réunissent sur le devant de la poitrine pour mettre les viscères précieux qu'elles renferment, les poumons et le coeur, à l'abri de chocs accidentels et former une enceinte solide, nécessaire au jeu des poumons. Mais elles sont en même tems mobiles sur les points d'apui que l'épine leur offre. L'espace d'une côte à l'autre est muni d'un muscle intérieur et extérieur (intercostal), et d'autres muscles, dont les noms et la description ne pourroient que vous ennuier, sont fixés à ces leviers de différentes manières. Ces muscles, conjointement avec les muscles intercostaux, soulèvent par leur contraction la partie antérieure des côtes. Or comme les côtes, à partir de l'épine, sont inclinées sur le devant, il est clair que leur soulèvement à la partie antérieure éloigne tant soit peu de l'épine le devant de la poitrine dont la cavité se trouve par là grossie. Or comme ce mouvement a lieu précisément à l'instant où le diaphragme se contracte, il est clair que pour effectuer l'inspiration il se produit de deux marières une augmentation du volume de la cavité où se trouvent les poumons. Dès que ces muscles se relâchent, ce qui a lieu en même tems que pour le diaphragme, le poids des côtes et peut-être l'élasticité des cartilages qui unissent chaque côte à sa vertèbre

correspondante de l'épine du dos, fait redescendre ces enveloppes de la poitrine et diminue par là le volume de la cavité.

Mr. de T. Voilà de la Mécanique comme il faut!

Mr. de P. Je serois charmé de pouvoir vous en offrir les détails qui augmenteroient encore votre admiration de beaucoup. Mais il faudroit pour cela vous présenter un squelette afin de vous faire voir la conformation particulière des côtes, la manière dont chacune d'elles est attachée à la vertèbre correspondante de l'épine et les points où ces leviers sont saisis par les muscles.

Mr. de T. J'imagine bien que ce mécanisme ne sera pas moins admirable que celui du bras.

Mr. de P. Tout admirable qu'il soit, il y a bien des Physiologistes modernes qui récusent son usage continuel et prétendent que la respiration habituelle ne se fait que par le diaphragme, réservant l'action de la poitrine elle-même pour les cas où le procès vital exige une respiration plus qu'ordinaire. Je ne puis accéder à cette opinion, que ces messieurs abandonneroient sur le champ s'ils vouloient observer et mesurer le mouvement que le devant de la poitrine a de l'intérieur à l'extérieur pendant la respiration ordinaire. Pour mon individu qui, comme vous voyez n'est pas un géant ni de grandeur ni de vigueur, la poitrine s'élève à chaque respiration de $\frac{3}{4}$ de ligne.

Mr. de T. C'est bien peu; la mienne s'élève sûrement davantage.

Mr. de P. Je n'en doute pas, à raison de la grande vigueur de tout votre procès vital. Mais ce peu est

quelque chose, et peut s'évaluer d'après les dimensions que j'ai prises sur ma poitrine à 8 pouces cubes, pour vous, monsieur de T., peut-être au double.

Mr. de T. A combien évalue-t-on la quantité d'air qu'un homme fait et bien constitué respire à chaque opération de son poumon?

Mr. de P. On a varié là dessus de 8 pouces cubes jusqu'à 43. Pour moi, je m'en tiens aux résultats des expériences de Davy qui font monter cette quantité d'air à environ 31 pouces cubes de France.

Mr. de T. Ainsi vos 8 pouces cubes et mes 16 pouces cubes font une partie considérable de ce tout.

Mr. de P. Après avoir observé les fonctions mécaniques des poumons examinons les effets chimiques de la respiration, les effets qui sont le vrai but de ces fonctions mécaniques.

Le sang, à sa sortie du ventricule gauche du coeur, a une couleur rouge-clair. Pendant son passage dans les artères et de celles-ci dans les veines il devient brun-foncé. De là les noms de *sang artériel* et de *sang veineux*. Ce changement de couleur est accompagné d'un dépôt d'une partie de ses principes dans les vaisseaux sécrétoires, perte qu'il répare également par la sécretion en recevant le chyle. Mais comme le chyle contient tous les principes du sang, il est clair que la masse du sang changeroit de nature à chaque pulsation du coeur et que ce suc nourricier finiroit par devenir toute autre chose que du sang s'il recevoit continuellement les mêmes principes dans les mêmes proportions et n'en déposoit qu'une partie sous d'autres proportions. Il faut donc qu'il existe un autre procès qui lui

enlève continuellement le surplus des principes qui lui reste après avoir fait ses dépots dans les organes sécrétoires, surplus qui l'empêcheroit d'être du sang et en feroit un tout autre fluide. Ce nouveau procès est celui qui a lieu dans les poumons. Il produit du gaz acide carbonique et consume un volume d'oxigène de l'air atmosphérique à peu-près égal à celui de cet acide. D'où il suit que la respiration enlève du carbone au sang, que ce procès décarbonise le sang en partie; ce qui fait que le sang presque noir qui entre dans les poumons en ressort rouge-clair pour arriver au ventricule gauche du coeur. Nous devons en outre conclure de là que les parties que le sang abandonne aux organes sécrétoires pour la nourriture de toute notre machine organique, contiennent moins de carbone que le sang.

Mr. de T. A combien évalue-t-on la quantité d'acide carbonique qui se forme par chaque respiration.

Mr. de P. Plusieurs Physiologistes nous disent que l'air, au sortir des poumons ne contient plus que 14 p. c. d'oxigène, en sorte que la perte seroit de 7 ou 9 pour cent. Or je sais d'après mes expériences qu'une bougie allumée s'éteint dans un air où 5 p. c. d'oxigène sont remplacés par un volume égal de gaz acide carbonique. Ainsi l'on ne peut pas évaluer cette perte d'oxigène à plus de 5 p. c. Et si l'on suppose 20 respirations par minute et 31 pouces cubes d'air expiré, cela fait en 24 heures 21 pieds cubes de france d'oxigène consumé; ce qui se rapporte assez bien au résultat des expériences de Davy qui évalue, comme j'ai déja eu l'honneur de vous le dire, cette consumation à $21\frac{1}{2}$ pieds cubes de france.

Mde. de L. Je crois comprendre ce que vous nous avez dit sur la double décomposition du sang d'un côté dans les organes sécrétoires, de l'autre dans le poumon pour rammener ce liquide nourricier à sa constitution primitive. Mais je ne vois pas encore comment l'air peut opérer cette seconde décomposition, puisque le sang qui se trouve dans les poumons est renfermé dans les artères et dans les veines et l'air dans les cellules pulmonaires et dans les ramifications de la trachée artère, sans pouvoir se mêler chimiquement.

Mr. de P. Nous voilà, madame, au sommet de la question sur la respiration. Voyons si nous nous tirerons d'affaire. Vous savez que le sang est composé de deux substances animales, le *sérum*, liquide qui contient environ 90 parties d'eau, $8\frac{7}{10}$ d'albumine et le reste de différents sels (de soude et de potasse) et de *caillot*, substance composée de globules dont la finesse n'est atteinte que par le microscope et qui nagent dans le sérum. Ce sont ces globules qui donnent au sang sa couleur rouge, qui ne provient pas, comme on le croyoit autrefois, d'une grande quantité de peroxide de fer qu'on n'y trouve qu'en très petite quantité, mais d'une substance colorante propre, vraiment animale, très abondante et que l'on songe déja à employer dans la teinture. Ce qui nous donne le droit d'admettre que la couleur foncée du sang veineux provient d'un excès de carbone.

Les globules colorés qui forment le caillot étant des substances solides sont certainement séparés physiquement et chimiquement de l'air contenu dans les cellules des poumons par la membrane des vaisseaux san-

guins et celle des cellules. Ainsi c'est le sérum (qui est liquide) qui doit pouvoir se mettre en contact avec l'air des poumons.

Le jeune de L. Il me semble, monsieur de P., que vous posez là un principe qui n'est pas nécessaire et que la chose peut s'expliquer assez simplement.

Mr. de P. Voyons, mon cher.

Le jeune de L. Toutes les parties solides du poumon et des vaisseaux sanguins étant mouillés, elles forment par là une infinité de canaux qui permettent à l'air atmosphérique de passer autravers des membranes jusqu'au sang en vertu de l'affinité chimique et d'agir dans les vaisseaux sanguins immédiatement sur les globules du caillot.

Mr. de P. C'est l'idée que quelques Physiologistes se sont faite de l'action de l'air sur le sang. Mais ne voyez-vous pas, mon cher, que d'après cette hypothèse l'acide carbonique formé se trouveroit dans le sang et non dans les cellules des poumons? Nous sommes obligés, pour fournir une explication nette du phénomène, d'avoir recours à la perméabilité des membranes pour les liquides. Je dis que le sérum mouille les membranes des artères, des veines et des cellules, et se trouve par là en contact immédiat avec l'air à la surface intérieure des cellules. C'est là que le gaz oxigène de l'air se combine avec une partie du carbone du sérum, enlève ce carbone en forme de gaz acide carbonique qui s'échappe par le mécanisme de la respiration. Représentez vous une couche infiniment mince de ce liquide ainsi décomposée, privée d'une grande partie de son

carbone; c'est une liqueur hétérogène au sérum non décomposé et qui doit parconséquent . . . .

Mr. de L. (*interrompant avec une emphase affectée.*) marcher chimiquement dans la masse du sérum non décomposé au travers des membranes des vaisseaux. Et voilà la grande magicienne, la marche chimique, qui paroit sur son char brillant pour parsemer de feuilles de roses la masse entière du sang.

Mr. de P. Toute juste. Ce sérum décarbonisé, arrivé dans les veines du poumon, décarbonisé à son tour les globules sanguins, leur redonne leur beau rouge primitif et redevient par là du sérum ordinaire.

Mr. de G. Au moins cette explication est-elle ingénieuse.

Mr. de P. Vous pouvez en constater la vérité par une expérieure que Priestley a faite il y a bientôt 50 ans. Placez une petite vessie très mince et pleine de sang véneux sous un récipient rempli d'air atmosphérique ou, mieux encore, de gaz oxigène. Au bout de quelques minutes on voit déja la couleur foncée du sang s'éclaircir et finir par obtenir la couleur la plus claire du sang artériel. Après l'opération on trouve dans le gaz une portion d'acide carbonique, qu'on enlève facilement au gaz oxigène en secouant le mélange gazeux dans de l'eau saturée de chaux ou de baryte.

Mde. de L. J'éprouve une vraie jouïssance à suivre ainsi la Nature dans le dédale de ses opérations, à contempler les ressorts secrets qu'elle fait jouer pour arriver à ses fins.

Mr. de P. Eh bien! madame, je vais bien augmenter votre jouïssance en vous annonçant que ce

même procès qui régénère le sang est celui qui produit *la chaleur animale*, cette chaleur douce qui circule dans toute notre machine organique sans s'altérer sensiblement par le froid ou le chaud de l'atmosphère.

Mr. de L. Je n'y tiens plus, monsieur le Professeur! Je vois à présent bien clairement que vous en voulez au coeur de ma femme. Car lui dire comment il se fait que nous ne gélons pas intérieurement, même au fort de l'hyver, c'est l'attaquer par son côté le plus sensible.

Mr. de P. Soyez jaloux, Général, tant qu'il vous plaira; je me ne laisse pas dérouter, et je dis: La formation de l'acide carbonique produit de la chaleur que le sang enlève à mesure qu'elle se développe et porte par les canaux et ramifications des artères et des veines dans toutes les parties de notre corps. Ainsi la circulation du sang est en même tems la circulation de la chaleur animale.

Mr. de G. Si vous produisez continuellement de la chaleur dans les poumons, toute notre machine organique finira bientôt par fermenter et s'enflammer comme un tas de foin humide.

Le Comte C. Ne craignez pas ce malheur. La surface entière de notre corps, qui se trouve en contact avec l'atmosphère, permet au superflu un écoulement proportionné de calorique qui fait que la chaleur animale devient stable à 30 ou 32 degrés R. dans un corps bien constitué. Et cet écoulement, cette perte de chaleur ne se fait pas à raison du contact de l'air frais seulement, mais aussi en proportion de ce

que nous nommons *la transpiration insensible* qui consiste dans une évaporation considérable d'eau.

Mr. de P. Et cette transpiration n'a pas lieu seulement à la surface extérieure de la peau, mais aussi à la surface intérieure des cellules du poumon; et cette vaporisation de l'eau (et de quelques principes animaux qui n'ont point encore été assez bien examinés) c'est la vapeur abondante que nous exhalons à chaque soufle de notre vie.

Ainsi le procès de la respiration effectue trois effets infiniment importants à l'organisme, l'intégrité du sang, la chaleur animale et l'éloignement d'une grande portion d'humidité ou d'eau qui noyeroit nos organes intérieurs et produiroit l'hydropisie en peu de jours. Elle livre en outre l'air nécessaire aux organes du son.

Mr. de L. Permettez moi, monsieur le Professeur, de revendiquer, en vertu de ce que monsieur le comte vient de dire, une partie de ce troisième effet, (de la transpiration) en faveur de la peau qui couvre extérieurement tout notre corps.

Mr. de P. Permettez moi, monsieur le Général, de revendiquer en vertu de ce que je vais avoir l'honneur de vous dire, cet effet de la peau, cette transpiration, comme l'effet d'un second organe respiratoire.

Mr. de R. Vous m'étonnez. La peau respire-t-elle comme le poumon?

Mr de P. L'effet est absolument le même, mais le mécanisme est différent. La peau n'a point de systole ni de diastole, par ce qu'elle est continuellement exposée à l'air. Elle est de même toujours humide dans l'état de santé; ce qui fait que l'air atmosphérique la

pénètre aisément pour arriver aux ramifications de quantité de vaisseaux sanguins disséminés à sa surface intérieure. Là le gaz oxigène agit comme dans le poumon; il se forme de l'acide carbonique à la surface extérieure de ces vaisseaux qui s'exhale par la peau à mesure qu'il se forme en même tems qu'une quantité d'humeur, qui au reste n'est pas de l'eau pure; témoin la sueur qui n'est qu'une plus grande abondance de cette humeur, et qui contient, outre une grande quantité d'eau, une petite quantité d'acide acétique, de sels et de matière animale.

Ainsi la peau et le poumon sont deux organes extrêmement analogues l'un à l'autre. La Nature leur a assigné les mêmes fonctions vitales quoique en proportions un peu différentes, la peau effectuant une plus grande transpiration aqueuse et le poumon produisant probablement plus d'acide carbonique à raison de l'extrême ténuité des parois des cellules du poumon. Ainsi tous deux régénèrent le sang, tous deux délivrent l'organisme d'humeurs qui lui seroient mécaniquement et chimiquement très nuisibles; tous deux produisent la chaleur animale et tous deux modèrent cette chaleur par l'évaporation d'une grande quantité d'eau qui va jusqu'à 5 livres par jour. Au reste on ne peut pas affirmer que la production de la chaleur animale ne soit due qu'à la respiration par le poumon et la peau. Il est au contraire plus que vraisemblable que le grand nombre de procès chimiques, qui ont lieu dans toute l'étendue de nos organes, ait part à cette production de chaleur. Cependant il ne faut pas oublier d'un autre côté qu'il y a de ces procès qui liquéfient les substances

animales et produisent par là une diminution de chaleur. Bref notre machine est un composé si compliqué d'appareils et l'acte de la vie un composé si compliqué de procès chimiques qu'il seroit téméraire d'assigner certains résultats uniquement à certains procès; et nous devons pour le présent être satisfaits de pouvoir indiquer les organes et les procès principaux aux quels nous devons ces grands phénomènes.

Mr. de G. J'avoue que je ne conçois pas comment il se fait que la chaleur interne soit fixe à un certain degré de l'été à l'hyver, et même dans une atmosphère beaucoup plus chaude que le corps humain lui-même.

Mr. de P. Un François nommé Tillot avoit annoncé déja en 1764 qu'il avoit supporté pendant un quart d'heure une atmosphère de la température de l'eau bouillante. Plusieurs Physiciens anglois, Banks, Fordyce, Solander etc. ont répété cette expérience et poussé la température de l'air également jusqu'à 80 degrés R. et l'ont supportée pendant 10 minutes. La température de leur corps étoit un peu au dessus de 30 degrés R., ce qui est un peu plus que la chaleur normale pour des Savans, dont la vie sédentaire affoiblit le procès de la vitalité; de même je ne crois pas qu'à un froid de 30 degrés R. la chaleur interne du corps humain ait encore ses degrés ordinaires. Ce degré constant de chaleur supposé ne l'est que dans une température moyenne, et une température très différente produit aussi des différences quoique très petites à proportion dans la chaleur animale. Ce qui fait que ces différences ne sont que petites, c'est que, la chaleur extérieure augmentant et parconséquent la température du poumon et de la peau,

la transpiration devient plus considérable et enlève plus de chaleur par voye d'évaporation.

Je m'abstiens de vous offrir quantité de considérations rélatives à la santé, que l'on peut déduire de la connoissance du procès de la respiration commun au poumon et à la peau, considérations qui s'offrent d'elles-mêmes, et je terminerai cette matière par l'observation que voilà une nouvelle et bien importante partie du procès vital expliquée selon les lois générales de la Nature sans avoir eu recours aux forces surnaturelles imaginaires qu'on a voulu assigner aux organes; et il me semble qui si la Physique et la Chimie nous ont mis en état d'expliquer, à l'aide seul de leurs lumières, la digestion, les sécretions, la respiration et la chaleur animale, aux quelles nous devons ajouter la vision et l'ouïe, nous avons lieu d'espérer que ces deux soeurs jumelles nous mèneront encore plus loin.

Mde. de L. Vous nous avez dit, mon cher monsieur de P., tant de choses intéressantes sur l'organisation des plantes et des animaux, dont je vous suis reconnoissante plus que je ne puis vous l'exprimer. Ne voudriez-vous pas nous dire quelque chose sur la cristallisation que je regarde comme l'organisation des minéraux?

Mr. de P. Vous obéir en tout, madame, est pour moi un devoir bien agréable. Mais je dois avouer qu'il ne sera difficile en ceci de suivre mon penchant. Le travail du célèbre Haüy nous offre l'Anatomie des cristaux, non une théorie de la cristallisation que nous ignorons presque entièrement; et le peu que j'en sais, je

ne le dois malheureusement qu'à moi-même et n'a pas encore subi l'examen des Savans.

Mde. de L. Que m'importe l'examen des Savans? Je veux m'intruire et permis à ces messieurs d'examiner, de critiquer votre travail à la suite, quand vous le publierez.

Mr. de P. Soit, madame. Vous êtes prévenue que ce que je sais est bien peu de chose et j'ai droit par-conséquent à votre indulgence.

La cristallisation est le passage d'un liquide à l'état solide de sorte que les molécules du solide qui se forme ne s'attachent pas l'une à l'autre avec une force de cohésion égale à celle qui réunit les parties de ces molécules et que ces molécules s'apposent l'une à l'autre dans un ordre symmétrique. Ces caractères de la cristallisation doivent distinguer les cristaux des masses vitrifiées comme le verre ordinaire et des masses coagulées comme la cire, le suif, le savon.

Au reste il est des cas où le verre prend plus ou moins la nature du cristal, ceux où après sa fusion on le fait réfroidir très subitement. Alors ses molécules ne se joignent qu'imparfaitement et l'on observe dans leur aggrégation un commencement de symmétrie. Quelques métaux se trouvent apparemment dans le même cas. Fondus et réfroidis ils n'offrent aucune trace de cristallisation. Mais si l'on produit des inégalités saillantes dans leur réfroidissement, ils offrent un commencement de cristallisation. Tel est l'étain dans le joli phénomène du moire métallique. Par contre nous avons des métaux qui, réfroidis à la température moyenne de l'air, se transforment en cristaux parfaits,

mais réfroidis plus lentement dans un fluide plus chaud, deviennent ductiles ; tel est le Zink.

Mde. de L. La ductilité est-elle en rapport avec la cristallisation?

Mr. de P. Je le pense, madame. Car des cristaux ne doivent pas pouvoir subir l'effet du laminoir, de la filière ou du marteau, sans que leurs molécules, qui doivent se déplacer par ces opérations mécaniques, ne se séparent entièrement ; ce qui est le contraire de l'effet de la ductilité qui permet le déplacement des molécules sans que la continuité du tout soit interrompue ; aussi voit-on que les métaux les moins ductiles sont ceux qui sont le mieux cristallisés.

La Nature nous offre plusieurs gradations dans les phénomènes de la cristallisation, dont la plus élevée remplit toutes les conditions énoncées dans notre définition. Le grade le plus inférieur est le phénomène que vous connoissez déja, madame, sous le nom de *végétation métallique*. Ici les molécules du métal précipité se rangent en forme de feuilles plus ou moins grandes, plus ou moins découpées, ou sous la forme de fils qui n'ont pas une figure et un emplacement symmétriques. Ces feuilles sont tantôt séparées, flottantes dans le liquide qu'elles abandonnent, comme celles du plomb et de l'argent, tantôt serrées les unes sur les autres, comme dans le cuivre. La Nature nous offre assez souvent de ces végétations d'or et d'argent dans les mines, mais ce sont toujours de petits exemplaires dont la grandeur ne peut pas se comparer à celle qu'on peut obtenir dans l'arbre de Saturne.

Ma théorie de la végétation métallique consiste à savoir bien précisément en suite de nombreuses expériences, que *l'électricité* est l'ouvrière habile qui tisse ces feuilles, ces fils, ces branches. J'aurai l'honneur de revenir sur cette matière lorsque nous parcourrons le domaine de l'électricité.

Après la classe des végétations métalliques suit celle des *dendrites*, qui tiennent de la nature des végétations métalliques et de celle de la vraie cristallisation. Ces dendrites, nous les voyons se former pendant les premiers froids sur nos vitres par la congélation des vapeurs de la chambre. L'ouvrière qui range ces petits cristaux avec tant d'art pour en former ces dessins si variés et si délicats, c'est encore l'électricité. Nous retrouvons les dendrites sur les branches d'arbre, sur les pierres qui sont de bons conducteurs de la chaleur et de l'électricité, principalement sur les métaux, enfin sur le bois mort, produits par la congélation des vapeurs de l'atmosphère après un dégel. C'est encore l'électricité qui façonne ces petits arbustes de glace.

Après les dendrites suit la classe des *cristaux plumacés*, tels que la neige, qui dans son état naturel nous offre une étoile composée de plusieurs plumes de glace infiniment déliées. Ici nous retrouvons déja beaucoup plus de symmétrie que dans les dendrites, les barbes de ces jolies plumes se trouvant rangées en symmétrie presque parfaite à droite et à gauche de la côte. Les sels qui se forment par la combinaison des acides et des alkalis nous offrent pour la plûpart cette espèce de cristallisation. Il ne me paroit pas douteux que l'électricité n'ait aussi sa part à l'arrangement de ces cristaux

déliés; mais l'acte de la cristallisation proprement dite préside et prédomine dans la formation des cristaux plumacés.

Enfin nous avons les *cristaux compacts* produits éminents de la cristallisation, que nous retrouvons en si grande abondance dans le règne minéral que nous pouvons assurer bien positivement qu'ils composent la majeure partie de la masse de l'écorce de notre globe. Voilà le vrai domaine de la cristallisation et si nous étions en état d'en expliquer complettement les phénomènes, ceux des cristallisations imparfaites, que je viens de nommer, seroient faciles à comprendre.

Examinons donc ce grand procès qui produit des masses contigues de figure géométrique, corps homogènes en apparence, mais qui sont composés de grouppes réguliers moins étroitement lieés entre eux que la masse de ces grouppes. Cette composition mécanique de grouppes est ce qu'on nomme *la structure*; les plans dans les quels se trouvent les surfaces apposées l'une à l'autre sont les *fissures* ou *cassures* qui opèrent la possibilité de fendre les cristaux.

Mais il est une cristallisation qui n'offre point de fissures et qui se forme cependant suivant les mêmes lois, c'est la congélation de l'eau. C'est par elle, comme la plus simple des cristallisations compactes, que nous voulons commencer. Nous avons déja vu au chapitre de la chaleur que, lors que le froid a coagulé une particule d'eau, le calorique dégagé forme autour de cette particule une atmosphère d'eau moins froide, dont la température moyenne peut s'évaluer à 30 degrés R. Cette eau ne peut donc géler, et la congéla-

tion ne peut avoir lieu qu'à une distance de la molécule gelée où la température est égale à zéro. Là il se forme une autre molécule de glace séparée de la première par des couches d'eau dont la température moyenne est également de 30 degrés R. Supposons que de l'autre côté il se forme une troisième molécule de glace séparée de la première également par une couche d'eau de même température que l'autre, et vous concevrez que la perte de cette chaleur se fera plus vers l'intérieur du vase qu'entre les trois molécules déja gelées. Ainsi la formation la glace doit se continuer dans une direction perpendiculaire à une ligne droite tirée par les extrémités de ces trois glaçons infiniment petits, et nous avons à présent déja trois glaçons, formés chacun de deux molécules gelées placées en file. Le froid continuant il se formera la troisième molécule gelée, affilée à chacun des trois glaçons et voilà un cristal commencé en forme d'aiguille, qui se continuera par la perte continuée du calorique. Mais l'espace intermédiaire liquide se réfroidit en même tems peu à peu et bientôt il se forme de nouveaux cristaux intermédiaires qui finissent par se toucher et former une lamelle de glace. Cette lamelle a d'abord une très petite épaisseur, mais cependant bien au dessus de celle d'une molécule d'eau; parce que le froid où la perte de chaleur se propage aussi de haut en bas, quoique beaucoup plus lentement à raison de l'hétérogénéité de la glace et de l'eau, rélativement à la force conductrice pour la chaleur.

La première congélation se fait toujours là où se trouve un corps solide, par une raison que je ne suis guères en état d'assigner, et la direction des cristaux

isolés est de règle (dans un vase circulaire) de la circonference vers le centre. Des circonstances qui n'ont point encore été assez observées peuvent changer cette direction.

Cet assemblage de cristaux, qui forment la lamelle supérieure à la surface de l'eau, se répète de haut en bas en même tems que de l'extérieur à l'intérieur, la partie du milieu étant celle qui gèle le plus tard. Aussi si vous faites une ouverture à la partie supérieure de la masse gelée pour faire écouler l'eau non encore gelée, vous verrez l'intérienr de la glace hérissée de lamelles et de cristaux. C'est ainsi que la masse entière de l'eau se cristallise; et comme il n'y a aucune raison d'admettre que les cristaux primitifs en forme d'aiguilles et les lamelles qui en résultent se réunissent avec moins de force que les molécules simples, cette cristallisation n'offre aucune fissure, mais une masse chimiquement et mécaniquement homogène, sans cassures.

Mde. de L. Ainsi la congélation de l'eau n'est pas proprement une cristallisation.

Mr. de P. Assurément pas dans le sens strict de la définition; mais nous pouvons la considérer comme un degré inférieur de la cristallisation compacte. Prenons à présent de l'eau imprégnée d'une quantité, petite ou grande, d'un sel quelconque et laissons la geler. Quel sera l'effet de ce sel dans l'acte de la cristallisation? Pour cet effet rappellons nous deux principes que nous avons eus. Le premier est qu'une solution quelconque de sel exige un plus grand degré de froid pour geler que l'eau pure. Le second est qu'une eau plus chaude peut tenir plus de sel en dissolution qu'une eau plus froide.

J'ajouterai à ces deux principes le fait connu que, lors qu'on fait geler seulement en partie une portion d'eau imprégnée d'un sel, la portion gelée contient beaucoup moins de sel qu'auparavant et que l'eau non gelée en contient beaucoup plus.

Le Comte C. J'ai lu que la portion non gelée contient tout le sel et que la portion gelée n'en contient pas du tout, en sorte que la congélation précipite tous les sels que l'eau contenoit en dissolution.

Mr. de P. C'est l'opinion qui à règné généralement. Mais les expériences que j'ai publiées il y a quelques années et qui, après quelques objections, ont été reconnues pour exactes et concluantes, prouvent que l'acte de la congélation, opéré par un froid modique, précipite la plus grande quantité du sel qui se retrouve alors dans le liquide non glacé, mais que l'eau gelée garde une partie du sel. Au reste il n'étoit pas nécessaire d'une suite d'expériences aussi nombreuses et exactes pour apprendre cela. Il suffisoit d'exposer à un grand froid de 20 à 25 degrés R. une portion d'eau saturée d'un sel. Car si le sel se précipitoit entièrement par la congélation, on le retrouveroit au centre de la glace, précipité et cristallisé ; ce qui n'a pas lieu.

Voyons présentement comment se fera la cristallisation de l'eau salée. D'abord elle ne gèlera pas au zéro de l'échelle thermométrique, mais les premiers cristaux se formeront à la circonférence du vase sous une température plus basse, et ils contiendront un peu de sel, mais moins que l'eau dont ils sont formés n'en contenoit. Le surplus se retrouve dans la couche d'eau la plus voisine de ce cristal. Supposons à présent, comme

nous l'avons fait pour l'examen de la congélation de l'eau pure, que nous ayons déja trois aiguilles cristallines déja formées; l'eau des interstices sera plus chaude et contiendra plus de sel. Il lui faudra donc plus de tems pour se cristalliser qu'à l'eau qui a formé les premiers cristaux à raison de la plus grande quantité de sel qui s'y trouve en dissolution. Mais ce surplus de sel ne peut pas rester dans ces interstices, le reste de l'eau étant moins salé. Il doit donc faire une marche chimique vers le milieu du vase. Cependant cette eau se réfroidit, et comme la marche chimique du calorique est bien plus rapide que celle des sels, la température de ces interstices diminuera plus vîte que l'imprégnation de sel, et il se formera au milieu de chaque interstice un nouveau cristal qui contiendra plus de sel que les précédents. Il en sera de même des nouveaux interstices plus étroits, qui contiendront un plus grande quantité de sel et gèleront parconséquent plus tard. Finalement il restera entre deux cristaux et entre deux lames cristallines (qui pendant ce tems ont pu se former) une mince couche d'eau si fortement imprégnée que le froid donné ne peut plus la cristalliser. De là vient que toute eau salée se cristallise en lamelles; il en est de même d'une eau imprégnée d'un acide ou d'un alkali ou d'alkohol. Si le froid augmente assez pour congéler cette lame d'eau très salée, elle se gèlera, et nous aurons une masse cristalline qui n'est rien moins qu'homogène, les lamelles dont elle est composée variant entre elles quant à la quantité de sel qu'elles contiennent; et comme il n'est pas douteux que ces différentes lamelles n'aient des duretés différentes, il est clair que cette congéla-

tion nous fournit déja des cristaux munis de fissures, c. à. d. de plans selon les quels ils se cassentplus facilement.

Le Comte C. Vraiment, monsieur de P., si vous continuez ainsi vous nous dévoilerez le secret entier de la cristallisation; car je ne vois pas ce qui resteroit à désirer pour expliquer la formation des cristaux par la congélation.

Mr. de P. Si vous êtes satisfait de ce que je viens de vous offrir, je compte d'autant plus sur votre indulgence pour ce qui suivra.

Le Comte C. Permettez moi de vous demander si la cristallisation des métaux peut s'expliquer comme celle de l'eau pure, parce qu'il me semble que celle-là comme celle-ci n'est que l'effet du réfroidissement d'un liquide homogène.

Mr. de P. J'ose le croire, quoique la cristallisation des métaux nous offre des phénomènes que nous ne rencontrons pas dans la glace, nommément les figures régulières et les fissures, et je crois que c'est à l'electricité que nous devons ces différences.

Le Comte C. J'avoue que je ne vois pas pourquoi l'électricité est active dans la congélation des métaux et pas dans celle de l'eau.

Mr. de P. D'abord j'ai l'honneur de vous observer que l'électricité n'est pas tout-à-fait inactive dans la cristallisation de l'eau, mais beaucoup plus foible et que le dégagement d'air et de vapeur qui a lieu ici et non dans le réfroidissement des métaux détruit ses effets; et puis je vous rappellerai ce que j'ai dit plus haut, que les métaux se cristallisent d'autant plus parfaitement que leur réfroidissement est plus subit, c. à. d. qu'il y a une

plus grande différence de la température de leur fusion à celle du milieu dans le quel ils se cristallisent, pour tous les métaux qui se coagulent à une haute température, et de la température moyenne à celle de la coagulation pour le mercure qui ne se coagule qu'à une température de 32 degrés R. au dessous de zéro. Ce qui fait que l'électricité dégagée est plus considérable et opère avec plus d'énergie.

Mr. de R. Mais d'où vient cette électricité et comment agit-elle dans le procès de la cristallisation?

Mr. de P. Je prouverai à la suite que tout changement de forme dans les subtances pondérables la produit et j'aurai l'honneur de vous décrire des expériences qui prouvent indubitablement que l'électricité peut, en vertu des attractions et répulsions qu'elle opère, produire des arrangemens symmétriques dans la matière. Permettez moi de considérer à présent les cristallisations des sels qui se forment par l'évaporation.

Lorsqu'une solution de sel a acquis le degré de saturation pour la température qu'il a dans ce moment, la cristallisation commence, c. à. d. qu'il se forme des molécules solides en vertu de la cohésion qui n'est plus contrebalancée par l'action d'un superflu de fluide. Ces premières coagulations se font comme celles de la glace en particules presque infiniment petites, et produisent également autour d'elles une température supérieure qui fait que, dans les couches très minces où elle réside, la coagulation ne peut avoir lieu. Tandis que cette température se perd, il se forme tout près d'elle de nouvelles coagulations qui en suite s'appro-

chent des premières par l'attraction électrique. Ce rapprochement ne peut pas se faire sans laisser une couche infiniment mince de fluide entre les deux molécules, entre les deux cristaux, entre les deux lamelles, d'autant plus que lorsqu'un corps électrique s'approche d'un autre par attraction il finit par se tenir à une certaine distance de lui très assignable pour des degrés considérables et infiniment petite pour des degrés très foibles d'électricité. Nous avons vu que dans la cristallisation de l'eau salée par le froid la couche intermédiaire est plus imprégnée de sel que la couche coagulée. Ici c'est le contraire; dans la couche de fluide intermédiaire saturée la force de l'affinité de l'eau pour le sel étant, selon la loi de Berthollet, à son minimum ou plutôt égale à zéro, l'attraction de surface qui coagule une portion du mélange, et qui est à son maximum, doit enlever à la couche voisine une grande partie de son sel jusqu'à ce que cette force soit contrebalancée par l'affinité de l'eau et du sel, qui croit à mesure que la couche d'eau perd de son sel. Ainsi cette couche infiniment mince, qui se coagule par la suite, contient moins de sel que les molécules, les cristaux, les lamelles cristallines qu'elle sépare. Aussi voit-on dans les expériences de Daniell que le dissolvant dans le quel on plonge un cristal attaque ces couches qui ont produit les fissures, plus rapidement que les parties plus solides.

Mde. de L. Tout cela est bien beau; mais je ne vois pas encore comment se forment les figures régulières ou symmetriques des cristaux.

Mr. de P. Je désirerois fort, madame, pouvoir vous éclairer là-dessus. Tout ce que je puis avoir l'honneur de vous dire c'est que ces figures extérieures dépendent vraisemblablement de la figure primitive qu'affectent les premières molécules qui se coagulent, parce que les effets de l'électricité doivent varier selon la nature de ces figures.

Pour terminer ma tâche il ne me reste plus qu'à nommer les cristallisation opérées par les solutions des oxides dans les acides, cristallisations qui ont lieu souvent au milieu d'un liquide abondant. Mais comme ce liquide n'exerce pas de force dissolvante sur cette combinaison de l'acide avec l'oxide, le problème se réduit à celui de la cristallisation d'un liquide saturé, et nous concevons ici d'autant mieux que les couches intermédiaires de liquide qui restent entre les molécules, les cristaux et les lamelles, doivent causer des interruptions qui deviennent des fissures après l'évaporation.

Voilà, madame, tout le peu que je puis vous dire en ce moment sur l'acte de la cristallisation, si je ne veux pas offusquer votre vue par un trop grand nombre de détails. Vous voyez par là au moins que ce que nous appellons cristallisation n'est pas un phénomène simple, mais que nous y reconnoissons plusieurs gradations et qu'en distinguant ces diverses opérations l'une de l'autre nous nous ouvrons la perspective d'expliquer un jour ces phénomènes si variés et si énigmatiques, sans avoir recours à des qualités occultes ou à des hypothèses dont l'expérience nous refuse la confirmation.

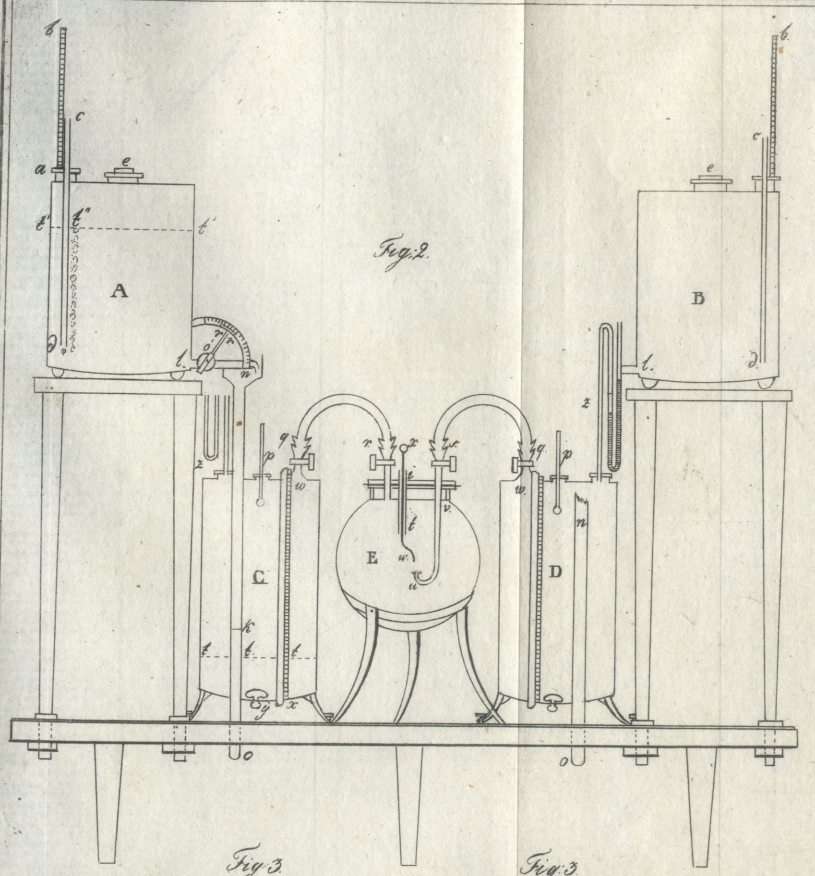
Mde. de L. Je vous suis bien reconnoisante de la

complaisance que vous avez eue de m'éclairer sur ces phénomènes surprenants, d'autant plus que je sais combien il vous en coute de parler d'objets sur les quels la Physique n'a pas encore pu faire luire à plein son flambeau. Cette complaisance m'a procuré l'avantage au moins d'entrevoir l'art sublime par le quel la Nature produit cette variété infinie de formes et de figures qui composent l'ensemble des corps cristallisés; et l'admiration que ces corps m'inspiroient pour la Sagesse infinie qui en a ordonné la structure, n'est plus cette admiration confuse que l'on ressent pour tout ce que l'on ne conçoit pas, mais cette admiration plus éclairée et plus intime, plus digne de l'homme et même du Créateur, que l'on éprouve l'orsqu'on parvient à soulever un coin du voile dont il a plu à l'Intelligence suprême de couvrir son ouvrage.

Mr. de P. Permettez moi, madame, de terminer ici le chapitre de la Chimie en tant que cette Science fait partie intégrante de la Physique. Nos entretiens prochains rouleront sur l'électricité.

Fautes à corriger.

p. 59	*ligne*	6	. . .	d'oxigène	*lisez*	d'hydrogène
p. 97	—	2	. . .	kalium	—	calcium
p. 168	—	30	. . .	à la moitié	—	à ces deux volumes
p. 169	—	1	. . .	au tiers	—	aux deux tiers
p. 194	—	5	. . .	combinaison	—	formation
p. 323	—	25	. . .	*ajoutez:*		Braconnot, professeur à Lyon.
p. 395	—	27	. . .	à 30 ou	*lisez*	à 28 degrés et 32


A
B
C
D
E
Fig. 2.

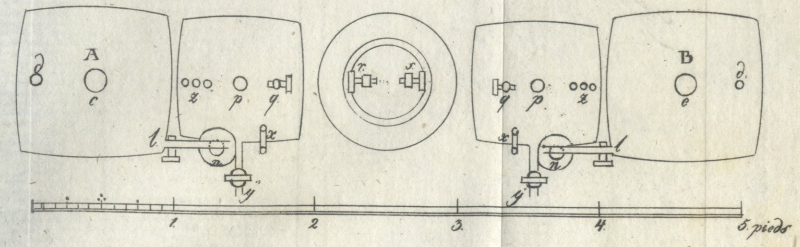


Fig. 3
Fig. 3
A
B
1
2
3
4
5 pieds

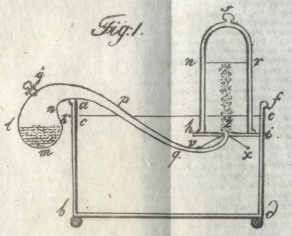


Fig. 1.

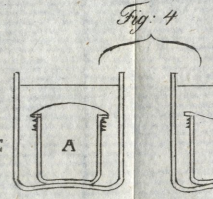
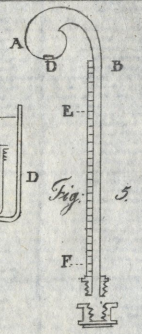


Fig. 4
A
B
C
D


A
B
D
E
F
Fig. 5.

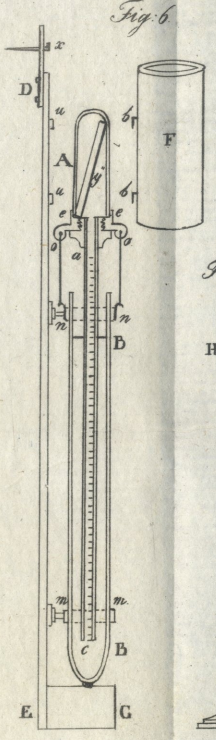


Fig. 6
A
B
D
E
F
G

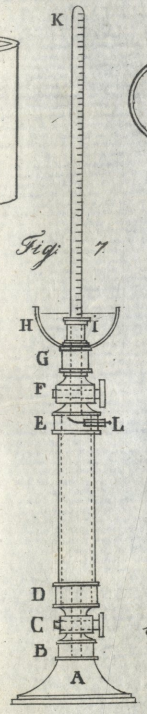


Fig. 7
K
H
I
G
F
E
L
D
C
B
A

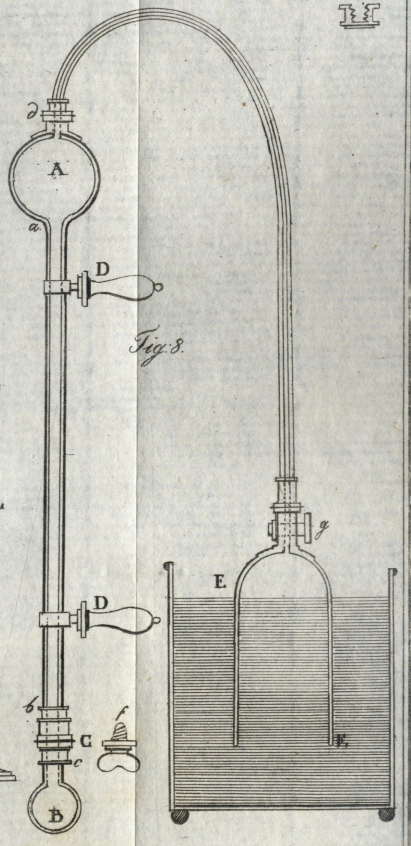


Fig. 8.
A
B
C
D
E
F
G

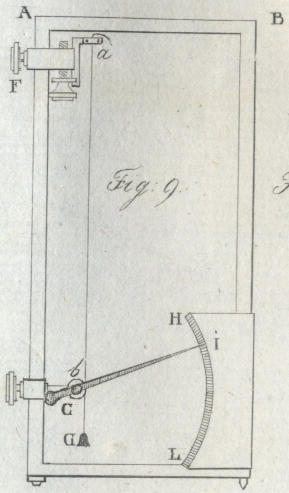


Fig. 9.

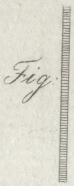


Fig. 10.

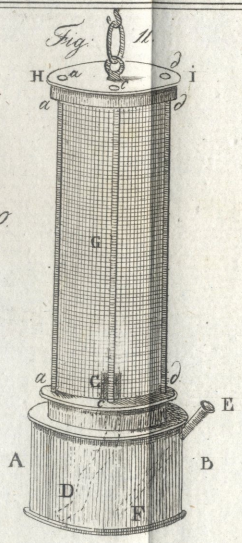
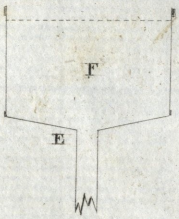


Fig. 11.



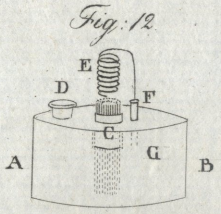


Fig. 12.

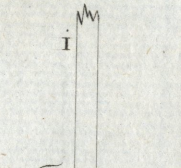
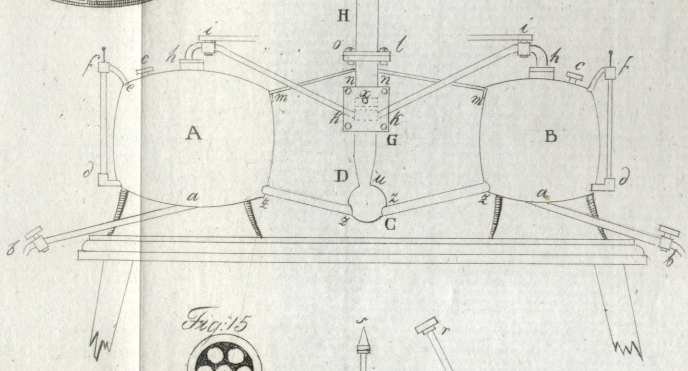


Fig. 13



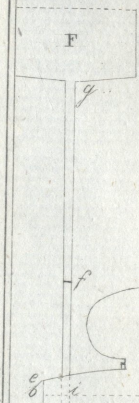


Fig. 16.

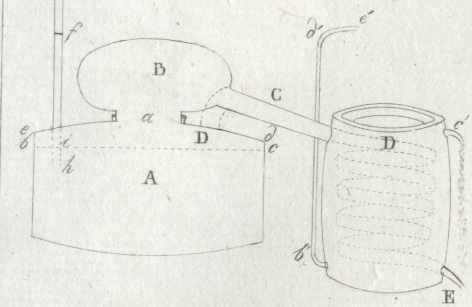


Fig. 15.

Fig. 14.

books2ebooks.eu

www.books2ebooks.eu

e-raamat EOD kaudu

eBooks on Demand

Digitaalkoopia

Tartu Ülikooli Raamatukogust

TARTU ÜLIKOOL

RAAMATUKOGU