

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES
SUR
L'ANALYSE ORGANIQUE
ET SUR
SES APPLICATIONS.

L'avantage d'un système général est qu'il donne un spectacle plus pompeux à l'esprit, qui aime toujours à voir d'un lieu plus élevé, et à découvrir une plus grande étendue : mais, d'un autre côté, c'est un mal sans remède que les objets vus de plus loin et en plus grand nombre le sont aussi plus confusément. Différentes parties sont liées pour la composition d'un tout, et fortifiées mutuellement par cette union; mais chacune en particulier est traitée avec moins de soin, et souffre de ce qu'elle est partie d'un système général. *Une seule matière particulière bien éclaircie satisferait peut-être autant, sans compter que dès là qu'elle serait bien éclaircie, elle deviendrait toujours assez générale.*

FONTENELLE.

IMPRIMERIE DE LACHEVARDIERE FILS,
succ. de CAILLOT, rue du Colombier, n. 36.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES
SUR
L'ANALYSE ORGANIQUE
ET SUR
SES APPLICATIONS,
PAR M.-E. CHEVREUL.

A PARIS,
CHEZ F.-G. LEVRAULT, LIBRAIRE,
RUE DES FOSSÉS-M.-LE-PRINCE, N° 31;
ET A STRASBOURG, RUE DES JUIFS, N° 33.
1824.

INTRODUCTION.

1. Je crois avoir suffisamment démontré, dans mes écrits antérieurs, que la base de la chimie végétale et de la chimie animale est la détermination des principes immédiats qui constituent les végétaux et les animaux; et que, sans cette détermination, la chimie organique ne peut être comptée au nombre des sciences, parcequ'elle n'a ni règles pour elle-même, ni règles pour ceux qui désirent en faire des applications raisonnées, soit aux arts, soit à quelque branche des connaissances qui se rapportent aux êtres organisés. Une méthode qui donnerait des préceptes pour déterminer les espèces organiques serait vraiment fondamentale :

La détermination des principes immédiats des végétaux et des animaux est la base de la chimie organique.

Utilité d'une
méthode
pour recon-
naître les
espèces or-
ganiques.

Elle serait utile aux jeunes chimistes qui travaillent sur les produits de l'organisation, et qui veulent apprécier le degré de confiance qu'ils doivent attacher à leurs découvertes avant de les livrer au public, et acquérir ainsi la faculté de juger de la valeur des critiques qu'on leur fera; car, parmi les critiques auxquelles on est exposé, s'il en est de fondées qu'il faut prendre en considération, il en est aussi qui, dictées par la mauvaise foi ou l'ignorance, ne méritent pas qu'on s'y arrête.

Elle serait utile aux chimistes qui, avant d'admettre des résultats nouveaux, examinent si ces derniers portent avec eux les conditions qui en assurent l'exactitude; enfin, elle offrirait aux physiologistes, aux médecins, un moyen d'apprécier jusqu'à un certain point le cas qu'ils doivent faire de travaux chimiques dont ils ont besoin.

La méthode, en donnant plus de certi-

tude aux savants qui la prendraient pour guide dans leurs recherches, et aux savants qui voudraient juger les travaux d'autrui, serait donc avantageuse pour tous ceux qui cultivent la science d'une manière consciencieuse; elle tendrait évidemment à détruire et la disposition qu'ont certains hommes à admettre les choses nouvelles sans examen préalable, et la disposition qu'ont d'autres hommes à rejeter les choses nouvelles qui sont contraires aux idées reçues : ces deux dispositions de l'esprit humain, pour être opposées, n'en sont pas moins nuisibles aux progrès des sciences.

2. Si toute méthode ne peut être établie qu'à l'époque où beaucoup de faits ont été rassemblés, il est encore vrai qu'elle ne peut être l'ouvrage que d'un seul homme. Cette dernière proposition s'applique surtout à une méthode d'analyse organique immédiate, et l'on en est persuadé, si,

a.

après avoir lu ce qu'on a écrit sur la chimie organique, on veut en profiter pour quelque travail particulier : on s'aperçoit bientôt qu'on est obligé de créer soi-même ses moyens d'analyse, comme s'il n'y avait point de travaux antérieurs. Convaincu de la nécessité d'une méthode pour faire cesser cet état de choses, et sachant les conditions qu'il fallait remplir avant de l'établir, j'ai mis toute la persévérance dont je suis capable dans mes recherches sur les produits de l'organisation : au lieu de tendre à faire ce qu'on appelle une découverte, je me suis surtout attaché à soumettre une même matière organique à des procédés d'analyse différents, soit par la nature des réactifs employés, soit par les circonstances des opérations, afin d'apprécier l'exactitude relative de chaque procédé. C'est en suivant cette route que je suis parvenu à découvrir tout le parti qu'on peut tirer de l'usage raisonné des dissol-

vants, lorsqu'il s'agit de déterminer les substances organiques qui doivent recevoir le titre d'espèces. J'ai exposé dans mes recherches sur les corps gras d'origine animale les préceptes qu'il faut observer pour atteindre ce but; mais la spécialité de ces recherches ne m'ayant pas permis de donner les développements qu'un pareil sujet me paraît mériter, j'ai cru faire une chose utile en réunissant toutes les considérations générales qui s'y rattachent. Tel est l'objet de cet ouvrage, qui se compose de deux parties distinctes, que je vais examiner plutôt pour faire connaître l'esprit dans lequel elles sont écrites que pour présenter le sommaire des matières qui y sont traitées.

L'ouvrage
est divisé en
deux parties.

3. Dans la première partie, je considère l'analyse organique immédiate en elle-même; je définis l'espèce prise dans les principes immédiats et dans les combinaisons qu'ils forment; j'expose en différents

Première
partie.

minent une altération plus ou moins profonde, tandis qu'ils ne la déterminent point quand ils agissent isolément.

2° De ce qu'un *composé A est altérable*, ce n'est point une raison pour qu'on ne puisse le découvrir dans une matière organique, soit qu'on suppose qu'il appartienne à une espèce connue, soit qu'on suppose qu'il appartienne à une espèce qui n'a jamais été décrite. En effet,

(a) *Première supposition.* Qu'on ait reconnu avant l'analyse les corps qui résultent des altérations du *composé A* placé dans des circonstances déterminées, et on aura ce que j'appelle des *compositions équivalentes* à la composition de A. Dès lors, si, en traitant une matière organique dans certaines circonstances, on en retire les corps qu'on obtiendrait du *composé A* placé dans les mêmes circonstances, on sera naturellement conduit à rechercher la présence de A par

d'autres procédés que ceux que l'on aura employés, et il est bien probable qu'on réussira dans cette recherche.

(b) *Seconde supposition.* Ce cas présente plus de difficultés que le premier; cependant, si l'on détermine la nature des produits d'une analyse dans laquelle un *composé A* a été réduit en plusieurs substances, et si on suit la marche que j'indique pour reconnaître les altérations que des corps peuvent avoir éprouvées pendant une analyse, on verra qu'il n'est pas absolument impossible de remonter jusqu'au *composé A*.

5° Par cela même que les considérations précédentes (1° et 2°) tendent à porter plus de certitude dans l'analyse immédiate, par là même *elles tendent à mieux faire connaître les espèces*, et conséquemment à rendre la chimie organique moins difficile.

5. La seconde partie de l'ouvrage est con-

Deuxième
partie,

sacrée à des applications de l'analyse organique immédiate à la chimie végétale, à la chimie animale, aux arts, et à plusieurs branches de connaissances qui se rattachent à l'histoire des êtres organisés.

Applications
de la pre-
mière partie
à la chimie
organique.

6. Dans les applications à la chimie végétale et à la chimie animale, je cherche à prouver que chaque science a une philosophie spéciale, qui seule peut lui faire faire des progrès; de sorte qu'introduire la philosophie qui est propre à une science dans une autre science n'est pas toujours philosophique: par exemple, la méthode naturelle, qui a conduit à des résultats si brillants en cherchant à classer les espèces des végétaux et des animaux dans l'ordre où elles ont le plus de rapports communs, ne peut être appliquée, au moins actuellement, aux espèces des principes immédiats. Je cherche à démontrer que la philosophie spéciale à la chimie organique est presque

entièrement renfermée dans la circonscription des espèces, et ne réside pas dans une classification naturelle de ces mêmes espèces; les rapports de classification générale qu'il est possible d'établir entre elles aujourd'hui étant purement artificiels, sont par là même plutôt contraires au développement de la science que favorables à ses progrès.

7. Dans les applications aux arts, je m'attache à démontrer que, du perfectionnement de l'analyse organique immédiate, c'est-à-dire des expériences faites avec précision, résulte le perfectionnement des arts qui travaillent sur les produits de l'organisation, et que le nier, c'est agir comme ceux qui repoussaient, il y a vingt-cinq ans, des ateliers où l'on travaille des matières minérales, les lumières de la nouvelle chimie. Cette vérité paraîtra bien commune; cependant, lorsqu'on présente des recherches de

Applications
de la pre-
mière partie
aux arts.

chimie organique un peu délicates, n'arrive-t-il jamais que des voix s'élèvent pour demander l'utilité de ces recherches ?

Applications
de la
première partie
aux sciences
médicales
et
à la zoologie.

8. Dans les applications à plusieurs branches de l'histoire des êtres organisés, j'ai rapporté plutôt des exemples détachés de l'utilité de l'analyse immédiate basée sur les principes établis dans la première partie de l'ouvrage que je n'ai cherché à faire un système d'applications. J'ai pensé qu'en évitant ainsi toute vue spéculative je ferais mieux sentir l'utilité de la chimie appliquée à la physiologie et à la médecine; car je suis le premier à reconnaître que nous ne sommes point encore arrivés au moment d'appliquer la chimie organique à des questions générales de physiologie et de médecine, et j'avoue que rien n'a plus contribué à éloigner d'excellents esprits des applications de la chimie à ces sciences que l'abus qu'on en a fait en traitant prématu-

rément des sujets qui auraient exigé, dans la chimie qu'on y a appliquée, une précision qu'elle était bien loin d'avoir.

9. J'ai dit plus haut (6) que chaque science a une philosophie spéciale, qui seule est capable d'en accroître le domaine; cette proposition pourrait faire penser que je fais peu de cas de la philosophie générale, en un mot de cette méthode dont les règles ont été si bien établies par notre immortel Descartes; mais ce serait bien mal interpréter ma pensée, car, dans la philosophie spéciale dont j'ai parlé, j'y comprends nécessairement l'observation des règles de la méthode générale : pour en convaincre mes lecteurs, je vais examiner maintenant mon ouvrage sous le rapport des règles qui ont présidé à son exécution.

Chaque science a une philosophie spéciale.

10. La plupart des sciences physiques ont emprunté à la langue usuelle les mots

Première règle.

espèce, variété, genre; et, tout en conservant la subordination qu'ils ont entre eux, cependant chaque science y a attaché des idées plus ou moins spéciales : c'est ce qui m'a déterminé à comparer le sens de ces mots en chimie et dans les autres sciences qui les emploient. En satisfaisant à cette première règle, *de définir exactement les expressions dont on se sert*, j'éloigne toutes les objections qu'on pourrait faire sur l'usage en chimie des expressions *espèce, variété, genre*, objections qui seraient fondées sur ce que ces expressions ont, en zoologie et en botanique, un sens tellement précis qu'on ne peut les employer dans les autres sciences.

Deuxième
et troisième
règles.

11. Dans toutes les études que j'ai faites d'un sujet, j'ai constamment été guidé par deux principes, celui de ne jamais aller au-delà de l'expérience, et celui de remonter à toutes les idées simples en lesquelles un sujet

est susceptible de se réduire ; mais comme il y a de ces idées simples qui ne sont point déduites de l'expérience , mais de quelques vues hypothétiques (12), j'ai constamment distingué ces idées de celles qui se déduisent immédiatement des faits. Les deux principes que j'ai suivis sont réellement les deux premières règles de Descartes , car l'une prescrit de *ne recevoir pour vraies que les choses qui le sont évidemment*, or, en chimie, ce qui donne l'évidence , c'est l'expérience ; et l'autre règle prescrit de *diviser chacune des difficultés qu'on examine en autant de parcelles qu'il se peut, et qu'il est requis pour la mieux résoudre.*

12. Pour me conformer à ces règles , j'ai considéré dans l'espèce des corps composés quatre sortes de notions : les trois premières se rapportent , 1° à la nature des éléments qui constituent l'espèce , 2° à la proportion de ces éléments , 3° à la manière dont ils

sont arrangés. Je fais voir que les deux premières notions sont positives, qu'elles résultent immédiatement de l'expérience, et que la troisième, quoique conclue de l'expérience, n'est point aussi positive que le sont les deux premières, par la raison que l'arrangement des éléments n'a pu être encore déterminé avec certitude. La dernière notion se rapporte à l'*individualité*. Parceque nous admettons que la division mécanique d'un corps composé ne le réduit point à ses éléments, que chaque parcelle résultante de cette division jouit des propriétés essentielles à l'espèce, et que nous pensons encore que la division mécanique ne peut jamais la réduire à des *individus*, c'est-à-dire à de petits corps ayant toutes les propriétés de l'espèce, mais qui ne pourraient plus être divisés sans que cette espèce fût détruite, il en résulte que par l'observation nous ne pouvons nous élever jusqu'à connaître l'*individu*. Dans ce que nous appelons

des espèces, nous ne connaissons réellement que des *individus agrégés*. Il est évident que, dans le système atomistique, les quatre notions de l'espèce se trouvent dans l'*atome composé*, ou le solide d'une forme constante qui résulte de la combinaison définie d'atomes déterminés. L'atome composé ne peut être confondu avec la molécule intégrante de Haüy.

13. Dans la classification des objets dont j'ai traité, je crois avoir observé la troisième règle de Descartes, d'*aller du simple au composé*. Ainsi j'ai fait connaître d'abord l'espèce organique dans sa composition élémentaire et les diverses propriétés qu'elle peut présenter, classées en six groupes : j'ai comparé ensuite l'état de combinaison où se trouvent les espèces organiques dans les êtres organisés à celui où se trouvent les espèces inorganiques dans les minéraux ; j'ai fait voir en quoi consis-

Quatrième
règle.

b

tent les difficultés de l'analyse organique immédiate, et conséquemment les conditions qu'il faut remplir pour les surmonter. C'est après avoir parlé de l'influence particulière que les circonstances principales où sont placées les matières organiques exercent sur les espèces qui constituent ces matières, que je traite des réactifs d'analyse, de la manière de rechercher les espèces organiques et de les circonscrire.

Cinquième
règle.

14. Dans les préceptes que je donne pour voir si, après avoir analysé une matière organique, on retrouve dans les propriétés des résultats celles de la matière analysée, je me conforme, autant que le comporte ce sujet, à la quatrième règle de Descartes, qui consiste à *faire des dénombremens si entiers et des revues si générales qu'on soit assuré de n'avoir rien omis.*

Sixième
règle.

15. *Enfin, j'ai évité toutes les distinctions,*

*toutes les considérations qui sont inutiles, ou qui tendraient à ralentir les progrès de la science, et j'ai au contraire établi toutes celles qui peuvent les favoriser, en multipliant les rapports sous lesquels on peut considérer les produits de l'organisation. C'est d'après cette manière de voir, 1° qu'en traitant de la classification des principes immédiats organiques en genres, familles et ordres, je fais sentir le peu d'utilité d'une pareille classification en comparaison de l'importance de la distinction et de la circonscription des espèces; 2° que s'il m'arrive d'admettre des distinctions, comme celle qu'on a établie entre les principes immédiats des êtres organisés, quand on les a partagés en *principes immédiats organiques* et en *principes immédiats inorganiques*, j'avertis le lecteur des inconvénients qu'il y aurait à considérer cette distinction comme absolue; si je m'en sers, c'est pour exprimer brièvement qu'un principe immédiat ne se trouve*

que dans les êtres organisés, comme le sucre, la fibrine, etc., ou bien qu'il se trouve aussi dans le règne inorganique, comme l'eau, l'acide carbonique, etc.; 3° que j'ai fait sentir toute l'importance qu'il y a à déterminer les compositions équivalentes des principes immédiats (chap. IV, n° 77); 4° que j'ai réparti en six groupes toutes les propriétés que nous pouvons reconnaître aux principes immédiats organiques. En lisant le chapitre où je traite ce sujet, on sera convaincu de l'utilité de ces distinctions, surtout lorsqu'on considérera les résultats auxquels elles m'ont conduit relativement à l'action des corps sur l'organe du goût (chap. III, n° 33, 34, 35).

16. J'avais désiré d'abord de ne faire paraître le présent ouvrage qu'après la publication de mes recherches sur les matières azotées d'origine animale; mais ces recherches, quoique assez avancées, exi-

geant encore de longs travaux, j'ai changé d'avis : je renverrai à mon livre sur les corps gras d'origine animale ceux qui trouveraient trop de généralité dans *ces Considérations sur l'analyse organique immédiate*, comme je renverrai à ces mêmes considérations ceux qui trouveraient trop de faits particuliers dans mes recherches sur les corps gras d'origine animale, et qui n'auraient point saisi, dans cet ouvrage, les rapports des expériences avec la philosophie chimique.

A

J. L. GAY-LUSSAC ET L. J. THENARD.

PREMIÈRE PARTIE.



DE L'ANALYSE
ORGANIQUE IMMÉDIATE

CONSIDÉRÉE EN ELLE-MÊME.

DE L'ANALYSE

ORGANIQUE IMMÉDIATE

CONSIDÉRÉE EN ELLE-MÊME.

CHAPITRE PREMIER.

COMPOSITION ÉLÉMENTAIRE DES ÊTRES ORGANISÉS. —
COMPOSÉS QUI CONSTITUENT CES ÊTRES, DISTINGUÉS
EN ORGANIQUES ET EN INORGANIQUES.

1. Les corps simples qui constituent les végétaux et les animaux sont l'*oxygène*, le *chlore*, l'*iode*, l'*azote*, le *soufre*, le *phosphore*, le *carbone*, le *silicium*, l'*hydrogène*, l'*aluminium*, le *magnesium*, le *calcium*, le *sodium*, le *potassium*, le *manganèse*, le *fer*. On admet généralement l'existence de ces seize espèces de corps simples dans les êtres organisés : mais les opinions sont partagées pour savoir si l'on doit y reconnaître l'existence du *phthore*, indiquée par M. Berzelius dans la partie osseuse des animaux vertébrés ; l'existence de l'*or*, indiquée par Beccher dans la cendre du tamarin, et enfin celle du *cuivre*, indiquée par Bucholz et Meisner dans la cendre de plusieurs végétaux.

Éléments
des êtres or-
ganisés.

2. Les proportions suivant lesquelles chaque espèce de corps simples entre dans la composition des êtres organisés sont extrêmement différentes; la plus grande partie de la masse de ces êtres est formée d'oxygène, d'hydrogène, de carbone et d'azote; et quand les animaux sont pourvus d'un étui pierreux, de têts, de coquilles, et d'un squelette vertébré, cet étui pierreux, ces têts, ces coquilles contiennent beaucoup de calcium, et ce squelette vertébré contient beaucoup de calcium et de phosphore.

Composés
formés
par
ces éléments

3. Les corps simples qui constituent les parties solides ou liquides d'un être organisé ne sont jamais isolés; ils forment des composés plus ou moins compliqués; ainsi

Composés
binaires.

(a) L'oxygène uni à de l'hydrogène forme de l'eau; uni à de l'azote, à du soufre, à du phosphore, à du carbone, à du silicium, il forme des acides nitrique, sulfurique, phosphorique, carbonique, silicique; uni à de l'aluminium, à du magnésium, à du calcium, à du sodium, à du potassium, à du manganèse, à du fer, il forme de l'alumine, de la magnésie, de la chaux, de la soude, de la potasse, des oxydes de manganèse et de fer;

(b) Le chlore et l'iode, unis à du potassium et à du sodium, forment des chlorures et des iodures;

(c) Le chlore uni à de l'hydrogène forme de l'acide hydrochlorique;

(d) L'azote uni à de l'hydrogène forme de l'ammoniaque ;

(e) L'oxygène, le carbone et l'hydrogène, unis ensemble, forment différents acides, les sucres, les gommes, les féculs, les huiles, etc. ;

Composés ternaires.

(f) L'oxygène, le carbone, l'hydrogène et l'azote, unis ensemble, forment le gluten de la farine de froment, l'albumine, la fibrine, etc. ;

Composés quaternaires

(g) L'oxygène, le carbone, l'azote, le phosphore et l'hydrogène, unis ensemble, forment la matière grasse du cerveau¹.

Composés quaternaires

4. Les acides et les bases salifiables, binaires, ternaires et quaternaires, qui font partie des êtres organisés, sont presque toujours à l'état salin : par exemple, l'acide nitrique est uni à la potasse ; les acides sulfurique, phosphorique, le sont à la chaux, à la soude, à la potasse ; l'acide hydrochlorique l'est à l'ammoniaque ; les acides acétique, tartrique, le sont à la potasse, à la chaux ; l'acide kinique l'est à la kinine et à la cinchonine.

5. Les composés ternaires, quaternaires et quaternaires, neutres aux réactifs colorés, sont très souvent unis ensemble ; mais la plupart des com-

¹ Il n'est pas impossible que cette matière grasse soit composée de deux principes immédiats.

posés qu'ils forment ne sont point assujettis , comme les éléments qui les constituent , à des proportions définies.

Composés
des êtres
organisés ,
distingués en
organiques
et en
inorganiques

6. Depuis l'établissement de la chimie anti-phlogistique , on a généralement distingué deux classes de composés dans les êtres organisés , des *composés organiques* et des *composés inorganiques*.

Les *composés organiques* ne se trouvent pas dans le règne inorganique ; d'après cela ils semblent ne pouvoir être produits que sous l'influence de la vie d'un être organisé , soit d'un végétal , soit d'un animal : tels sont les sucres , les huiles , l'albumine , la fibrine.

Les *composés inorganiques* , au contraire , se trouvent dans le règne minéral , comme dans les végétaux et les animaux : tels sont l'eau , les acides sulfurique , phosphorique , carbonique , nitrique ; les chlorures et les iodures de potassium et de sodium ; la potasse , la soude , la magnésie , la chaux , l'alumine , l'ammoniaque.

Cette
distinction
n'est point
absolue.

7. Dans la plupart des composés organiques oxygénés , l'oxygène est dans une proportion inférieure à celle qui serait nécessaire pour convertir l'hydrogène et le carbone auxquels cet oxygène est uni , en eau et en acide carbonique , ou même en oxyde de carbone ; tandis que , dans les composés inorganiques oxygénés , l'oxygène est toujours dans

une proportion exacte pour représenter, avec les combustibles auxquels il est uni, des oxydes ou des acides binaires. Mais la distinction des composés qui constituent les êtres organisés, en organiques et en inorganiques, ne peut être considérée comme absolue, par la raison qu'il serait contraire à l'esprit de la chimie de *fonder une classification* sur l'impossibilité où l'on a été jusqu'à ce moment de former de toutes pièces un composé organique absolument identique à un composé qui fait partie d'un être organisé; et dans ce que nous avons aujourd'hui, il y a plus de raisons d'espérer qu'on parviendra à opérer cette formation, qu'il n'y en a de croire le contraire. En effet, déjà M. Proust a observé qu'il se produit, pendant la dissolution des fontes de fer noires dans l'acide sulfurique faible, une substance huileuse dont l'analogie avec les composés organiques est évidente; M. Doebereiner, en faisant passer de l'eau en vapeur sur du charbon incandescent, et ensuite M. Berard, en chauffant au rouge-cerise un mélange d'acide carbonique, d'hydrogène, d'hydrogène percarbure, ont obtenu des substances qui ont quelque ressemblance avec les corps gras d'origine organique.

8. J'observerai que l'expression de *composés organiques* a été étendue à toutes les substances qui, provenant des composés organiques altérés

Extension
de
l'expression
*composés
organiques.*

par la chaleur, les acides, les alcalis, etc., n'ont point d'analogues dans le règne inorganique.

L'analyse
organique est
immédiate
ou
élémentaire.

9. L'analyse chimique appliquée aux produits de l'organisation est *immédiate*, lorsqu'elle a pour objet de séparer les composés qui constituent immédiatement les êtres organisés; elle est *élémentaire*, lorsqu'elle a pour objet de déterminer la nature et la proportion des éléments qui constituent ces mêmes composés: mais par la raison que les composés dits *inorganiques*, qui se trouvent dans les êtres organisés, sont connus depuis long-temps dans leur composition élémentaire, l'analyse organique élémentaire ne comprend que les procédés au moyen desquels on détermine la nature et la proportion des éléments des composés dits *organiques*.

CHAPITRE II.

DISTINCTION DES COMPOSÉS ORGANIQUES EN ESPÈCES, VARIÉTÉS ET GENRES.

10. Lorsque nous voulons exprimer que des choses ont certains points de ressemblance, nous les disons d'une même *espèce* ou d'un même *genre*, suivant que nous jugeons les rapports qu'elles ont ensemble plus ou moins intimes ; et pour exprimer que des choses ne diffèrent que très peu les unes des autres, nous les disons des *variétés* d'une même espèce. Si la nécessité a établi dans le langage usuel des expressions d'après lesquelles on classe ainsi les choses analogues, à plus forte raison a-t-elle dû les introduire dans le langage des sciences qui ont pour objet d'étudier les corps dont l'ensemble constitue la nature. Quoique les diverses branches des sciences physiques soient assez nombreuses, cependant toutes, ou presque toutes, se sont approprié les expressions *espèce*, *variété*, *genre* ; et elles ont pu le faire d'autant plus aisément que ces mots ont un sens si général dans le langage usuel, qu'ils s'appliquent non seulement à des êtres matériels, comme des pierres, des plantes,

Des mots
espèce,
variété
et *genre*
dans
le langage
usuel.

mais encore à de simples propriétés dont les unes tombent sous nos sens, comme les formes, les couleurs, et les autres, tout-à-fait abstraites, ne sont que de pures créations de notre esprit.

Des mots
espèce,
variété
et *genre*
dans
les sciences
engénéral.

11. Il s'en faut de beaucoup que les sciences physiques aient toutes le même besoin de définir rigoureusement, je ne dis pas le sens des mots *espèce*, *variété*, *genre*, mais les règles qu'il faut suivre pour appliquer ces mots à des groupes de choses analogues. Ainsi en physique cette application étant bornée à un petit nombre de cas, et les mots dont je parle ne pouvant rien ajouter en précision à la connaissance des objets auxquels on les impose, il n'est pas nécessaire de revenir sur le sens qu'ont ces mots dans la langue usuelle: par exemple, en parlant des mouvements, il est à peu près indifférent que vous donniez le nom de *genre* ou celui d'*espèce* au groupe des mouvements uniformes et à celui des mouvements variés. Il est donc à peu près indifférent de dire tel mouvement que présente un corps est une espèce ou une variété des mouvements uniformes ou des mouvements variés: et la raison en est simple, c'est que le nombre des mouvements uniformes ou variés étant infini, les mots d'*espèce*, de *variété*, de *genre*, n'ajoutent rien en précision à l'idée d'un tel mouvement, celui-ci étant caractérisé par la nature des lignes que parcourent les corps, et

par le rapport des espaces parcourus aux temps employés à les parcourir. Il en est autrement en botanique et en zoologie, où l'on étudie des individus doués d'un ensemble de propriétés inséparables de leur nature; il faut que ces individus soient distingués, et décrits avec assez de méthode pour qu'on puisse toujours remonter de la description aux individus de la nature; or, on n'arrive à ce résultat qu'en faisant un emploi raisonné des mots *espèce*, *variété*, *genre*. Enfin, il est des sciences où les mêmes mots sont employés; mais, quoique se rapportant à des individus, ils indiquent simplement des manières d'être ou d'agir de ces individus: telle est l'espèce en géognosie et en physiologie animale.

12. Maintenant, dans la conviction où je suis que les progrès futurs de la chimie organique dépendent de l'application rationnelle des mots *espèce*, *variété* et *genre*, aux objets qui sont du ressort de cette science, je me propose de développer ici mes idées avec tous les détails qu'elles comportent; et pour cela il me semble indispensable de comparer la manière dont j'applique ces mots aux composés organiques, à celles dont on les applique en chimie inorganique, en minéralogie, en géognosie, en botanique, en zoologie et en physiologie animale. Par ce moyen j'établirai entre la chimie organique et les sciences qui

s'occupent des êtres organisés une intimité qu'elles n'ont point eue jusqu'ici.

De l'espèce
en chimie.

13. Le chimiste distingue les corps en simples et en composés; il étudie chacun d'eux avec l'ensemble des propriétés qui lui appartiennent, mais il donne une attention toute particulière à celles qui ont de l'influence dans les actions moléculaires. Le chimiste distingue les corps en espèces, et parceque les espèces sont nombreuses il est forcé d'établir des genres et même des ordres. Il est ainsi conduit à une méthode de classification qui est tout-à-fait étrangère à l'étude du physicien : celui-ci s'occupe bien des propriétés des corps, mais il n'en considère que les plus générales; et s'il lui arrive d'étudier une série de corps, c'est seulement relativement à une même propriété que ces corps présentent à des degrés différents d'intensité.

14. En chimie, on nomme corps simple celui dont on n'a pu séparer plusieurs sortes de matières, et corps composé celui qui est dans le cas contraire.

15. Tout corps simple doué d'un ensemble de propriétés qui n'appartient qu'à ce corps, représente une espèce : conséquemment dans les corps simples, *l'espèce est une collection d'êtres simples identiques par les propriétés.*

16. Dans les corps composés, *l'espèce est une collection d'êtres identiques par la nature, la proportion et l'arrangement des éléments.*

Cette définition est l'expression abrégée des faits tels que nous les avons observés; c'est ce que je vais développer.

Lorsqu'on unit ensemble deux à deux, trois à trois, des éléments divers, on produit autant de composés divers qu'on a formé de combinaisons;

Lorsqu'on unit un élément *a* avec des proportions diverses d'un élément *b*, on produit autant de composés divers qu'on a formé de combinaisons:

D'où l'on conclut que les composés diffèrent et par la nature et par la proportion de leurs éléments.

Mais il est des substances qui ont donné à l'analyse les mêmes éléments unis dans la même proportion, et ces substances sont différentes par leurs propriétés; il faut donc, pour concevoir la cause de leurs différences, recourir à des arrangements divers de leurs éléments ou de leurs particules; mais avant d'admettre cette troisième cause pour expliquer la différence de deux corps composés, on doit avoir constaté que ces corps sont identiques quant à la nature et à la proportion de leurs éléments. Or, pour arriver à ce résultat, de nombreuses expériences sont nécessaires, ainsi que le prouvent toutes les recherches que l'on a faites pour trouver une différence de composition entre

le spath d'Islande et l'arragonite, et la disposition dans laquelle on est généralement de présumer une différence de composition où il y a diversité de propriétés. Cependant, si l'on *s'arrête aux limites de l'expérience*, on ne voit pas d'autre manière de concevoir le cas dont je parle, qu'en recourant à des arrangements divers, soit des éléments, soit des particules; mais, je le répète, c'est un résultat conditionnel à l'état de la science.

De l'espèce
en histoire
naturelle.

17. Les naturalistes étudient les corps organisés et les corps inorganiques, tels que la nature les leur offre. Le minéralogiste établit des espèces et des variétés, que le géognoste étudie ensuite en place dans leurs rapports de position et de formation relative. Le botaniste et le zoologiste établissent parmi les végétaux et les animaux des espèces, des variétés; mais les espèces sont si nombreuses qu'il faut les grouper en genres, en familles, en ordres, et en classes; et cette subordination des espèces entre elles a une tout autre importance que celle qu'on peut établir entre les espèces de la minéralogie: aussi la classification des espèces est-elle devenue, pour la plupart des botanistes et des zoologistes, la science même.

De l'espèce
en
minéralogie.

18. L'espèce en minéralogie est, suivant Haüy, *une collection de corps dont les molécules intégrantes sont semblables par leurs formes, et composées des*

mêmes principes unis entre eux dans le même rapport. Cette définition a beaucoup d'analogie avec celle que j'ai donnée de l'espèce dans les corps composés (16). Cependant elle reçoit de l'expression de *molécules intégrantes*, employée avec le sens que Haüy lui accorde, un degré de précision que l'autre n'a point. Haüy entend par molécule intégrante d'une espèce, un solide d'une forme invariable, résultant de la combinaison, en proportion déterminée, des principes qui constituent cette espèce. Tous les échantillons d'une même espèce, soit ceux qui ont une forme déterminable, soit ceux qui en ont une indéterminable, sont des agrégats d'une même molécule intégrante. Dans le cas où les agrégats ont une forme déterminable, cette forme peut varier extrêmement, suivant les échantillons; mais tous ces échantillons ont cela de commun, qu'ils peuvent être ramenés par le calcul ou réduits par la division mécanique à une forme unique que Haüy nomme *primitive*, pour la distinguer des autres formes déterminables, qu'il nomme *secondaires*. La forme primitive est immédiatement constituée par les molécules intégrantes.

19. Haüy établit les variétés d'après la considération des formes secondaires et des formes indéterminables; d'après la considération de l'action de la lumière, de l'électricité, du magnétisme, sur les échantillons d'une même espèce.

Des variétés
en
minéralogie.

Exemples :

(a) Il y a autant de variétés qu'il y a de formes secondaires, et qu'on peut compter de types de formes différentes parmi les échantillons de formes indéterminables. Il est remarquable que dans les échantillons cristallisés d'une même variété, l'inclinaison des faces adjacentes homologues est constante, ainsi que Romé de Lisle l'a observé le premier¹.

(b) Si l'espèce est incolore, transparente, l'opacité, la couleur de quelques échantillons constituent des variétés.

(c) Si tous les échantillons de l'espèce n'ont pas la même manière de se comporter avec l'électricité et le magnétisme, ceux qui se comportent autrement que les échantillons qu'on peut considérer comme purs sont des variétés.

Réflexions. 20. Les distinctions que Haüy a établies dans les cristaux d'une même espèce sont une des acquisitions les plus importantes que l'histoire naturelle

¹ Cette constance dans l'inclinaison des faces n'a généralement lieu qu'à un même degré de température. M. Mitscherlich a fait voir que dans différents cristaux les angles des faces éprouvent des changements sensibles lorsque la température varie.

ait jamais faites. Cependant il est nécessaire de fixer le point de vue sous lequel le chimiste doit considérer la *molécule intégrante*, quant à la précision que la détermination de cette *molécule*, dans une espèce donnée, apporte dans la circonscription de cette même espèce. Mais, pour cela, il faut d'abord que je revienne sur ma définition de l'espèce considérée uniquement dans les corps composés, afin de l'approfondir davantage en allant au-delà des résultats de l'expérience, tels que je les ai exposés plus haut (16). On admet généralement que, par la division mécanique, on n'arrive jamais à détruire une espèce composée, car chaque parcelle jouit de toutes les propriétés de l'espèce. Si rien ne nous autorise à penser que nous puissions obtenir une particule qui soit indivisible mécaniquement et qui possède toutes les propriétés de l'espèce, cependant il est facile d'arriver mentalement à ce résultat. Dans le système corpusculaire ou atomistique, cette particule est appelée *atome composé*, et on la considère comme un *solide d'une forme constante, qui est le résultat de la combinaison, en proportion définie, d'éléments déterminés*. Il suit évidemment de cette définition que l'*atome composé* est l'individu qui représente l'espèce, et que tous les échantillons d'une même espèce qui tombent sous nos sens sont des agrégats d'un nombre indéterminé d'atomes composés absolument identiques, ou, en d'autres termes, d'individus identi-

ques dont chacun représente l'espèce. S'il survient un changement dans l'arrangement des atomes élémentaires, dans leur nombre, leur nature, l'espèce est changée; c'est donc alors dans la permanence de la nature, du nombre et de l'arrangement des atomes élémentaires qui constituent l'atome composé, que consiste l'*individualité* de l'espèce.

21. Si, en considérant les choses d'une manière abstraite, l'*atome composé* est pour Haüy sa *molécule intégrante*, malgré cela il serait dangereux en chimie de considérer ces expressions comme absolument synonymes, par les raisons que je vais développer.

1° La première expression se rapporte à une matière qui, jusqu'ici, n'a jamais été l'objet d'aucune observation physique, tandis que l'expression de *molécule intégrante* a été appliquée par Haüy à un solide dont la forme tombe sous nos sens.

2° La détermination que Haüy donne de la molécule intégrante d'une substance cristallisée est si éloignée d'être absolue, que, dans les espèces qui ont l'octaèdre pour forme primitive, ce solide « peut » donner, à l'aide de la division mécanique, des » solides finis de trois formes différentes¹; » quant

¹ *Minéralogie de Haüy*, première édition, tom. II, p. 252.

aux autres espèces, la détermination des molécules intégrantes est conditionnelle aux moyens actuels d'observation, comme l'est la simplicité de composition que nous attribuons aux corps que nous n'avons pas réduits en plusieurs sortes de matières.

3° Haüy admet qu'une différence de forme entre des molécules intégrantes, constituées par les mêmes éléments, unis dans la même proportion, suffit pour constituer deux espèces. Or ce résultat ne sera pas admis par les chimistes, qui reconnaissent avec M. Mitscherlich, que le biphosphate de soude et le soufre présentent chacun dans leurs cristallisations artificielles deux formes primitives différentes, sans cesser d'avoir les mêmes propriétés chimiques; cette identité des propriétés chimiques porte à croire que l'atome composé du biphosphate de soude est le même dans ses deux formes primitives: a reste, quoi qu'il en soit, le soufre et le biphosphate de soude se comportant respectivement de la même manière dans l'action chimique malgré la différence des deux modes de cristallisations qui sont propres à chacun d'eux, les chimistes ne feront jamais deux espèces de soufre, deux espèces de biphosphate de soude, d'après la considération que chacun de ces corps peut affecter deux formes primitives, différentes, suivant les circonstances où il a cristallisé. Conformément à cette manière de voir, les chimistes n'admettront l'influence de l'arrangement des mêmes éléments unis dans la même

proportion , pour changer l'espèce , que dans le cas où les divers composés résultants de divers arrangements des mêmes atomes présenteront des propriétés chimiques différentes.

De l'espèce
en
géognosie.

22. En géognosie le mot espèce est bien loin d'avoir la même précision qu'il a en chimie et en minéralogie ; on considère généralement comme *matières appartenantes à une même espèce géognostique , des roches ou des terrains qu'on regarde comme identiques , par la composition et par l'époque de leur formation.*

23. Des roches ou des terrains ont une même composition , lorsqu'ils sont formés des mêmes principes : mais ces principes peuvent être , 1° des corps simples unis en proportions déterminées comme le sont le silicium et l'oxygène dans les roches de quartz pur ; 2° des composés binaires , unis ensemble en proportions déterminées , comme le sont la chaux et l'acide carbonique dans les terrains de chaux carbonatée ; 3° des espèces minéralogiques simplement mélangées , tels sont le quartz , le mica , le feldspath dans les granits ; c'est surtout dans ce cas que le mot *composition est vague comme caractère* , quand on considère le nombre des espèces minéralogiques qui ont pu se mélanger , les proportions indéfinies où ces mêmes espèces ont pu se mélanger , et les variétés indéfinies qui sont

provenues de l'état de division de ces espèces, de leur mode d'agrégation, et enfin des variétés mêmes des espèces mélangées. C'est en envisageant les roches sous ce point de vue, qu'un minéralogiste a dit *qu'elles passent de l'une à l'autre par des transitions si légères qu'elles semblent n'être qu'une seule espèce.*

24. Ce qui achève de prouver que la composition est bien loin d'avoir en géognosie le même degré de précision qu'en chimie et en minéralogie, c'est qu'on peut distinguer en plusieurs espèces, des terrains qui sont essentiellement formés d'une même espèce minéralogique; par exemple, les terrains calcaires formés d'acide carbonique et de chaux, unis en proportion déterminée, sont distingués en terrains calcaires d'eau douce, en terrains calcaires marins, etc.

25. En botanique et en zoologie, l'espèce se compose de deux individus ou d'un seul qui sont doués de la faculté de produire des êtres semblables à eux-mêmes. Les variétés résident dans la couleur, dans les proportions relatives, dans les formes de leurs parties, dans la grandeur relative des individus, etc. Mais nous n'avons aucun moyen général de fixer le type des espèces. Il est très probable que, parmi celles qui composent nos genres de plantes et d'animaux, il en est un grand nombre

De l'espèce
en botanique
et en
zoologie.

qui ne sont que des variétés, mais nous les considérons comme des espèces, parcequ'elles se reproduisent, et que, d'un autre côté, nos connaissances ne nous permettent pas de les rapporter à leur type primitif; il y a donc dans la fixation des espèces en botanique et en zoologie quelque chose de conditionnel, comme dans la fixation des espèces en minéralogie et en chimie.

De l'espèce
en chimie
organique.

26. J'appelle *espèce dans les composés organiques* une collection d'êtres identiques par la nature, la proportion et l'arrangement de leurs éléments: pour se faire une idée nette de l'espèce ainsi définie d'une manière générale, il faut considérer 1° des composés dont on ne peut séparer plusieurs sortes de matières sans en altérer évidemment la nature. Je les nomme *principes immédiats*;

2° Des composés de deux ou plusieurs principes immédiats unis en proportion définie;

3° Des composés formés par la réunion en proportion indéfinie, soit de principes immédiats, soit de combinaisons définies de ces mêmes principes.

Il est évident que le nom d'espèce ne doit être appliqué qu'aux deux premiers de ces trois ordres de composés.

27. Quelques savants pensent que l'expression de principes immédiats est vicieuse, en ce qu'il répugne à la raison d'appliquer le mot de principes

à des corps composés : je ne partage pas cette opinion, et voici pourquoi. Quand on considère en général la composition d'un sel, telle que Lavoisier l'a établie, il est visible que ce qui la constitue c'est l'union d'un acide avec un alcali, plutôt que les éléments de l'acide et ceux de l'alcali ; car, concevez ces éléments unis dans d'autres proportions que celles qui constituent un corps acide, un corps alcalin, et ces éléments ne vous donneront plus l'idée d'un sel. D'après cela il semble conséquent de dire que l'acide et l'alcali sont les *deux principes immédiats des sels*. Il en est de même du sucre, de la gomme, de l'amidon, du ligneux, etc., relativement à une plante ; de la fibrine, de l'albumine, du tissu cellulaire, etc., relativement à un animal : on doit considérer ces substances comme les principes immédiats et caractéristiques de la plante, de l'animal auquel elles appartiennent, tandis que l'oxygène, l'azote, le carbone et l'hydrogène en sont les principes éloignés ou élémentaires.

28. On avait proposé de substituer à l'expression de *principes immédiats*, celle de *matériaux immédiats* ; mais cette substitution est-elle heureuse ? Outre l'inconvénient que présente le mot de *matériaux*, qui n'a point de singulier ; si on adopte l'expression de *matériaux immédiats*, n'est-on pas conduit à appeler les éléments des composés organiques des *matériaux médiats*, et cette dernière

expression ne donne-t-elle pas lieu à des critiques tout aussi bien que l'expression de principes immédiats ?

Des variétés
en chimie
organique.

29. On peut appliquer le mot *variété* à des échantillons d'une même espèce organique qui diffèrent par des formes cristallines secondaires, ou par quelques propriétés peu importantes du corps qui est considéré comme type de l'espèce.

30. Les variétés ne sont point aussi nombreuses en chimie qu'en minéralogie, les raisons en sont évidentes : pour le chimiste, il n'y a guère de variétés qui ne proviennent des formes secondaires, et ces variétés sont beaucoup moins nombreuses que celles de la nature, parceque, dans nos laboratoires, lorsque nous voulons faire cristalliser une substance, nous n'opérons que sur de petites quantités et dans des circonstances peu variées; dans la nature, au contraire, les molécules intégrantes d'une même espèce se sont trouvées dans les circonstances les plus favorables possibles à la multiplication des formes secondaires. D'un autre côté, le minéralogiste ajoute aux variétés des formes secondaires, 1° tous les échantillons de diverses formes indéterminables, tant ceux qui proviennent d'une agrégation confuse de molécules intégrantes, que ceux qui ont été modifiés dans leur forme première par des causes absolument mécaniques;

2° tous les échantillons qui contiennent quelque substance étrangère à la composition de l'espèce, soit que cette substance soit à l'état de simple mélange, ou qu'elle soit fixée en vertu de l'affinité qui produit des combinaisons indéfinies; il est évident que des variétés de cet ordre ne peuvent jamais être admises par le chimiste, puisque la première condition pour qu'il étudie un corps, c'est qu'il ait obtenu ce corps dans son plus grand état de pureté possible.

31. Le mot *genre* doit être appliqué à une collection d'espèces organiques qui possèdent une ou plusieurs propriétés communes, très importantes ou très remarquables.

Du genre
en chimie
organique.

32. Il est aisé de faire sentir maintenant l'utilité des distinctions que j'ai établies.

Applications
des
définitions.

Il existe un grand nombre de matières sucrées dans les végétaux.

Si on examine les sucres cristallisables de la canne, de la betterave, de la châtaigne, on trouvera qu'ils ont les mêmes propriétés; on en fera donc une *seule espèce*.

Si on peut obtenir des cristaux de cette espèce sous différentes formes secondaires, on établira des variétés.

Si l'on compare à l'espèce précédente le sucre

crystallisable du raisin, le sucre liquide, on trouvera que ces derniers ne peuvent être confondus avec elle et qu'ils diffèrent entre eux, on sera conduit à former deux nouvelles espèces de sucre.

D'un autre côté, ces trois espèces ayant une saveur douce, et la propriété de se convertir en alcool par le contact de la levûre délayée dans l'eau, on pourra en former un genre.

33. La mannite est cristallisable, sa saveur est douce, mais elle ne fermente point; on ne pourra donc la réunir avec les espèces du genre sucre.

Conclusion
sur l'espèce
dans les
principes
immédiats.

34. D'après la manière dont j'ai défini l'espèce à l'égard des principes immédiats, on voit que ces principes doivent être regardés comme *les unités* de la matière des corps organisés : imaginez un changement dans la nature d'un des éléments d'une espèce, dans la proportion ou l'arrangement de ces éléments, et la nature ou les propriétés de l'espèce seront changées : or, puisque telle nature est le résultat de tels éléments, unis dans une telle proportion, et suivant un tel arrangement, on peut encore considérer une espèce de principe immédiat comme un *individu*, ou plus exactement l'échantillon d'une espèce comme une agrégation d'*individus identiques*, puisque les vrais individus sont les atomes composés (20).

35. On voit que ma définition de l'espèce, appliquée à un principe immédiat, suppose nécessairement qu'on n'a pu séparer plusieurs sortes de matières de ce principe sans en altérer évidemment la nature, et exprime implicitement que ce principe a été soumis à un nombre d'expériences plus ou moins grand. (*Voyez* le chapitre XI.)

36. Il est facile maintenant d'apprécier l'extrême différence qui se trouve entre l'acception que j'ai donnée au mot espèce, et celle qu'il a dans le langage des physiologistes; ceux-ci disent indifféremment d'un même groupe d'objets, que c'est un genre divisé en espèces, ou une espèce divisée en variétés; ainsi les sangs de diverses espèces d'animaux, les sangs d'une même espèce d'animal, mais qui appartiennent à des individus différant par le sexe, l'âge, l'état de santé ou de maladie, forment des groupes que les physiologistes appellent *genre* ou *espèce*; en outre, dans l'emploi de ces mots, ils considèrent moins la nature des substances auxquelles ils les appliquent, que leur position relativement à des organes déterminés, ou encore le rôle qu'ils leur attribuent dans les fonctions de la vie.

De l'espèce
en
physiologie.

Exemples.

1° Ils donnent le nom de *bile* au liquide qui se trouve dans la poche d'un certain appareil d'organes, mais la nature de ce liquide peut varier sans qu'il cesse d'être considéré comme de la bile; ainsi la bile du bœuf est formée de *picromel*, de *matière grasse*, de *matière jaune*, de *soude* et de *différents sels*; la bile du porc n'est qu'un composé savonneux formé de *soude* et de *matière grasse*¹: or, la nature de la bile variant, son action dans l'économie animale n'étant pas déterminée d'une manière définitive, il est évident que ce qui la constitue, pour les physiologistes, c'est *son siège*, ou, en d'autres termes, *ses rapports de position*.

2° L'idée de sang se rattache communément à un liquide qui circule dans un système de vaisseaux, et qui porte quelque matière à toutes les parties de l'animal qui doivent être nourries; elle est tout-à-fait indépendante de la nature chimique du liquide, puisque les physiologistes n'ont jamais consulté les chimistes pour savoir si le sang blanc de plusieurs animaux invertébrés est analogue à celui des mammifères; et il est si vrai que c'est surtout dans la propriété de nourrir que réside l'idée de sang, que quelques personnes ont donné

¹ Thenard.

ce nom au liquide qui se trouve dans les animaux dépourvus d'organes circulatoires, parceque, suivant elles, il y remplit les mêmes fonctions que celles que le sang remplit dans les mammifères.

57. Le mot espèce n'a point la même acception dans les diverses sciences physiques qui l'emploient. Cependant ce mot, considéré en général, signifie *une collection de choses qui sont identiques par un certain nombre de propriétés ou de rapports.*

Conclusion
de ce
chapitre.

En chimie, en minéralogie, nous n'observons jamais l'espèce dans l'individu qui la représente, les échantillons où nous l'étudions étant un agrégat de ces individus.

En botanique et en zoologie, surtout dans les espèces nombreuses en variétés, il est impossible de fixer le type qui représente chacune d'elles en particulier; car il n'y a pas deux individus appartenants à la même espèce qui soient identiques.

Entre le mot espèce en chimie organique, et le mot espècé en physiologie, il y a un rapport analogue à celui que présente le même mot employé d'une part en minéralogie, et d'une autre part en géognosie. En chimie organique, comme en minéralogie, on ne peut rien ôter à l'espèce des propriétés que nous lui connaissons, sans en changer la nature ou l'individualité, tandis qu'en physiologie, comme en géognosie, l'idée de l'espèce repose principalement sur des rapports de

position ou de manière d'agir qui sont jusqu'à un certain point indépendants de la nature intime de la substance à laquelle on impose le nom d'espèce.

CHAPITRE III. *

PROPRIÉTÉS DES ESPÈCES.

38. Les propriétés qui servent à distinguer les espèces organiques peuvent composer six groupes de caractères que j'examinerai dans l'ordre où on doit les énoncer lorsqu'on fait l'histoire chimique d'une espèce.

1° *La composition ;*

2° *Les propriétés physiques ;*

3° *Les propriétés chimiques qu'on observe tant que l'espèce n'éprouve pas de changement sensible dans sa composition ;*

4° *Les propriétés chimiques qu'on observe lorsque l'espèce éprouve un changement dans sa composition, qui ne va pas jusqu'à l'empêcher de reprendre sa composition première ;*

5° *Les propriétés chimiques qu'on observe lorsque l'espèce éprouve un changement dans sa composition, qui va jusqu'à l'empêcher de reprendre sa composition première ;*

6° *Les propriétés organoleptiques ¹, c'est-à-dire*

¹ Organoleptique est dérivé de ὄργανον *instrumentum*, organe, et de λαβω, λαμβάνω, *capio*, prendre.

celles que l'espèce manifeste lorsqu'elle est mise en contact avec nos organes.

§ I^{er}. *Composition.*

39. (a) Elle est *immédiate*, quand elle exprime dans quelle proportion deux ou plusieurs principes immédiats déterminés constituent une combinaison définie :

(b) Elle est *élémentaire*, quand elle exprime la nature et la proportion des éléments qui constituent un principe immédiat.

Des compositions diverses établies d'après la nature des éléments, ou d'après la proportion des mêmes éléments, suffisent pour distinguer les principes immédiats auxquels elles se rapportent; mais ce caractère ne suffit plus dans le cas où deux substances ont donné à peu près les mêmes résultats à l'analyse, et dans celui où des substances auraient la même composition avec des propriétés différentes; puisque nous admettons que les mêmes éléments, unis dans la même proportion, peuvent produire des composés divers si leurs atomes sont susceptibles de prendre des arrangements différents.

§ II. *Propriétés physiques.*

40. Les principales propriétés physiques qui servent de caractères, dépendent :

1^o De l'état d'agrégation des particules ;

- 2° Des rapports de l'espèce avec la lumière ;
 3° Des rapports de l'espèce avec l'électricité ; -
 4° Des rapports de l'espèce avec le magnétisme.

41. L'espèce peut être à l'état solide, à l'état liquide, ou à l'état fluide élastique. Dans tous les cas on doit prendre *sa densité*.

42. *Si elle est solide* et susceptible d'être obtenue en cristaux déterminables, il faut reconnaître *ses formes secondaires, ses formes primitives* ; il faut fixer son *point de fusion* et son *point de vaporisation*.

Il faut, en outre, déterminer toutes les propriétés qui dépendent de l'agrégation des particules, telle que l'élasticité et la sonorité, la ductilité, etc.

43. *Si elle est liquide*, il faut déterminer son terme de congélation et son terme de vaporisation.

44. *Si elle est fluide élastique*, il faut savoir si elle est gaz ou vapeur.

45. Les propriétés qui dépendent de l'action de la lumière sur l'espèce sont :

La transparence, la réfraction simple ou double, l'opacité, la couleur, l'éclat, la phosphorescence.

46. Les propriétés qui dépendent de l'électricité sont :

La conductibilité ou la non-conductibilité ; la pro-

priété de s'électriser positivement ou négativement, par les différents moyens employés pour développer l'électricité.

47. Les propriétés qui dépendent du magnétisme sont très bornées, surtout dans les matières organiques ; cependant, d'après les expériences de Coulomb, il semble qu'un grand nombre de principes immédiats des végétaux aient la faculté magnétique. Il faudrait rechercher si cette propriété est due à la substance organique elle-même, ou à de petites quantités de fer qu'elle contiendrait.

§ III. *Propriétés chimiques qu'on observe tant que l'espèce n'éprouve pas de changement sensible dans sa composition.*

48. Les propriétés de ce groupe sont celles que présentent les combinaisons qu'une espèce forme avec des corps qui ne l'altèrent, ni dans l'arrangement, ni dans la proportion de ses éléments. Il ne suffit pas pour reconnaître les corps qui agissent sur une espèce sans l'altérer, de s'être assuré que l'espèce peut être séparée de ces corps avec toutes les propriétés qu'elle avait avant de s'y être unie ; il faut encore avoir reconnu que, pendant l'acte des combinaisons, il ne s'est produit aucun phénomène qui annonce une altération dans l'espèce.

Exemple.

De ce que le précipité obtenu en versant de l'acide oxalique dans de l'acétate de plomb donne de l'acide oxalique et du sulfate de plomb quand il est traité par l'acide sulfurique, il n'en résulte pas nécessairement que l'acide oxalique, par son contact avec l'oxyde de plomb, n'ait point éprouvé d'altération dans sa nature. Il est même facile de démontrer le contraire en chauffant ces deux corps ensemble ; alors il se dégage de l'eau qui, suivant la théorie des hydracides appliquée par M. Dulong à l'acide oxalique, provient de l'hydrogène de ce dernier et de l'oxygène de l'oxyde de plomb ; et il se forme un composé d'acide carbonique et de plomb. Maintenant traitez-vous ce *carbonide de plomb* par l'acide sulfurique aqueux, l'eau est décomposée, son hydrogène reforme de l'acide oxalique avec l'acide carbonique, et son oxygène, en se portant sur le métal, reproduit de l'oxyde de plomb.

49. Presque toujours l'eau, l'alcool, l'éther hydratique¹, et en général les dissolvants neutres

¹ J'ai proposé, au mot *éther* du Dictionnaire des Sciences naturelles, de nommer *éther hydratique* l'éther qu'on obtient en faisant agir sur l'alcool les acides sulfurique, phosphorique et arsenique, parceque le produit est le même dans les

aux réactifs colorés, forment avec les principes immédiats organiques des combinaisons dans lesquelles l'espèce conserve ses propriétés. On doit étudier avec soin chacune de ces dissolutions sous le rapport de la proportion du corps dissous au dissolvant, sous le rapport de l'action de la lumière, de la densité, etc. Les dissolvants que je viens de nommer ont au contraire assez souvent une action sensible pour séparer l'un de l'autre des principes immédiats acides et alcalins qui sont combinés à l'état salin en proportion définie.

50. L'acidité et l'alcalinité appartiennent au groupe des propriétés chimiques dont je m'occupe, lorsqu'on les observe dans des acides ou dans des bases salifiables anhydres. Elles sont corrélatives l'une de l'autre, car l'acidité se définit la propriété de neutraliser l'alcalinité, comme l'alcalinité se définit la propriété de neutraliser l'acidité; toute autre manière de définir ces propriétés est impossible. Il ne faut pas croire maintenant qu'il n'y ait que les corps que nous appelons acides ou alcalis qui possèdent l'acidité ou l'alcalinité, car les acides ou les alcalis ne sont au fond que les corps qui

trois cas, et que l'eau peut y être considérée comme jouant le même rôle que le chlore, l'acide hydrochlorique, etc., jouent dans les éthers chlorurique, hydrochlorique, etc.

possèdent l'une ou l'autre de ces propriétés au plus haut degré. Et la limite qui sépare les corps susceptibles de s'unir aux alcalis, en acides et en non acides, est tout-à-fait artificielle, puisqu'elle se trouve dans la propriété qu'ont les acides d'attirer l'alcali du tournesol avec plus de force que ne l'attire la matière colorante rouge qui est unie à cet alcali dans le tournesol bleu.

51. L'acidité ou l'alcalinité sont d'autant plus importantes à étudier, qu'elles donnent aux principes immédiats qui la possèdent la faculté de contracter un grand nombre de combinaisons diverses, soit avec les bases salifiables, soit avec les acides, et que parmi ces combinaisons on en trouve qui fournissent d'excellents caractères pour distinguer les principes immédiats qui les constituent. En outre, les sels que ces mêmes principes sont susceptibles de former avec les bases salifiables ou avec les acides, sont très propres à être soumis aux traitements qui sont nécessaires pour s'assurer du degré de pureté des principes immédiats(chap. xi.).

52. Il n'est qu'un très petit nombre de cas où les acides doués d'une grande affinité pour l'eau et concentrés, soient susceptibles d'agir sur les principes immédiats organiques sans les altérer, surtout si la température est élevée.

§ IV. *Propriétés chimiques qu'on observe lorsque l'espèce éprouve un changement dans sa composition, qui ne va pas jusqu'à l'empêcher de reprendre sa composition première.*

53. La plupart des acides dans l'état où nous les étudions sont des hydrates. Lorsque nous les unissons à une base salifiable et que leur eau d'hydratation se dégage, il est évident que l'espèce a éprouvé un changement dans sa composition; mais si on isole la base de l'acide, on obtient de nouveau celui-ci à son premier état d'hydrate. Ce que je dis des acides hydratés est applicable aux bases salifiables hydratées.

54. Il est important de constater la proportion d'eau qui se dégage dans la réaction d'un acide organique sur une base salifiable sèche, afin de voir si l'eau dégagée représente tout l'hydrogène contenu dans l'acide mis en expérience; et déterminer par là si cet acide, au lieu d'être considéré comme un hydrate, doit l'être comme un hydracide. Dans cette dernière hypothèse, le composé fixe n'est point un sel anhydre, mais la combinaison d'un comburant avec un métal. Tels sont les résultats que présentent 1° l'acide hydrocyanique qui réagit sur l'oxyde de mercure; 2° l'acide oxalique qui réagit sur le massicot (47).

55. C'est à ce groupe qu'appartient la propriété qu'on observe dans l'indigo lorsqu'il devient incolore par l'action simultanée d'une eau alcaline et d'un corps oxygénable. L'indigo décoloré peut être considéré comme de l'indigo dés-oxygéné, ou, ce qui me paraît plus vraisemblable, comme de l'indigo hydrogéné. C'est encore à ce groupe qu'appartiennent les propriétés que présentent les sels et les composés analogues, lorsque la décomposition qu'ils éprouvent se borne à la séparation de leurs principes immédiats.

§ V. *Propriétés chimiques qu'on observe lorsque l'espèce éprouve un changement dans sa composition, qui va jusqu'à l'empêcher de reprendre sa composition première.*

56. Les propriétés de ce groupe se manifestent lorsque les acides sulfurique, nitrique, en réagissant sur les matières organiques, les changent en une substance sucrée, en acides oxalique, saccholactique, camphorique, subérique, en amer au maximum, en amer au minimum¹; lorsque l'oxy-

¹ J'ai désigné par l'expression d'*amer au maximum* l'amer de Welter, et par celle d'*amer au minimum* une substance très remarquable qui a la propriété de se convertir en amer au maximum par l'action de l'acide nitrique. Voyez mon premier Mémoire sur les substances tannantes artificielles. *Annales de chimie*, tome LXXII, p. 113.

gène atmosphérique les brûle plus ou moins, que l'action de la chaleur les convertit en eau, en huile, en charbon; en un mot, on observe ces propriétés toutes les fois que l'espèce est tellement dénaturée qu'il n'est plus possible de la reproduire : un jour elles seront certainement subdivisées en groupes secondaires.

57. Il est utile de remarquer que les propriétés de ce groupe sont d'autant plus importantes qu'elles donnent d'excellents caractères pour distinguer des espèces qui ont entre elles une grande analogie : par exemple, le sucre de canne, la gomme arabique, l'amidon, ont les plus grands rapports dans leur composition quand on considère la nature et la proportion de leurs éléments; mais si vous les traitez 1° par l'acide nitrique, vous obtiendrez avec l'amidon et le sucre de l'acide oxalique, et avec la gomme arabique de l'acide oxalique et de l'acide saccholactique; 2° par la levûre de bière, le sucre seul sera converti en alcool et en acide carbonique. Que conclure de ces résultats, si ce n'est qu'ils sont très propres à faire sentir combien l'arrangement des atomes a d'influence sur les propriétés de l'espèce, en même temps qu'ils sont d'excellents caractères spécifiques?

58. L'action des alcalis sur les corps gras non acides est très propre à distinguer leurs espèces :

par exemple, dans la saponification, les stéarines et la cétine, fusibles au même degré, sont converties les premières en acides gras fixes et en glycérine, la seconde en acides gras fixes et en éthyl.

59. Il n'y a pas de meilleure méthode pour savoir si l'analyse élémentaire d'un principe immédiat est exacte, que de soumettre à la même analyse les corps en lesquels ce principe a été transformé par l'action d'un acide ou d'un alcali, ou par tout autre moyen; et de voir si les éléments de ces corps répondent en proportions et en quantités aux éléments du principe immédiat d'où ils proviennent.

60. A mesure que l'altération des matières organiques devient plus profonde, ces matières tendent à se confondre, au moins relativement à la nature de leurs éléments; ainsi brûlez par l'oxygène toutes les substances organiques non azotées, et vous n'obtiendrez que de l'eau et de l'acide carbonique, les seules différences seront dans les proportions des produits; dénaturez par la distillation le sucre, l'amidon, la gomme arabe, et vous aurez les mêmes produits, différant seulement par la proportion.

61. J'ai cru devoir établir trois groupes de propriétés chimiques plutôt que de décrire successive-

ment, dans une même division, celles qu'on observe lorsque l'espèce est soumise aux actions de la chaleur, de la lumière, de l'électricité, des corps simples, des acides, etc., parcequ'il y a un rapport entre les propriétés d'un même groupe qui disparaît dans l'autre manière d'exposer les propriétés chimiques : en effet, il est évident que celles de ces propriétés qui appartiennent au premier groupe sont les seules qui puissent être considérées comme propres à la nature des corps, parcequ'elles sont les conséquences d'une telle nature qui reste invariable dans les circonstances où l'on observe les phénomènes qui dépendent de ces propriétés. Les propriétés du second et du troisième groupes appartiennent bien à cette nature, mais on ne les observe que quand elle est changée; de sorte que ce sont plutôt les éléments de l'espèce qui agissent, soit isolément, soit en donnant naissance à des produits moins compliqués, que l'espèce elle-même.

§ VI. *Propriétés organoleptiques.*

Énumération
des
propriétés
organolepti-
ques.

62. Sous ce nom, je réunis les propriétés suivantes : *l'impression des corps sur le toucher et le tact, l'odeur, la saveur, et toutes les actions que l'espèce peut exercer sur les organes intérieurs d'un être organisé vivant.*

63. En faisant un ordre de caractères de ces propriétés, au lieu de les réunir aux propriétés physiques, c'est fixer l'attention sur elles, c'est engager les chimistes à rassembler dans leurs traités des observations qui sont éparses dans les ouvrages de physiologie, de matière médicale et de thérapeutique : et soit que l'espèce qu'ils décrivent ait la propriété narcotique de la morphine, l'action foudroyante de l'acide hydrocyanique, la qualité fébrifuge des alcalis du quinquina, soit qu'elle ait la propriété de nourrir, soit enfin qu'elle n'agisse pas sur l'économie animale, ces propriétés sont intéressantes à noter à cause de leurs rapports avec nous-mêmes. Une autre raison qui m'a déterminé à distraire les propriétés organoleptiques des propriétés physiques, c'est que les premières se distinguent de celles que j'ai décrites sous le nom de propriétés physiques, en ce qu'on ne les observe que quand l'espèce est en contact avec l'organe du toucher, l'organe de l'odorat ou celui du goût, et que dans beaucoup de cas il y a des actions chimiques très sensibles, qui n'existent point lorsque nous reconnaissons des propriétés au moyen des organes de la vue et de l'ouïe.

Motifs
que j'ai eus
de faire un
groupe parti-
culier des
propriétés
que je
nomme
organolepti-
ques.

64. Tant qu'on borne l'action des corps sur le toucher à la simple impression sur la peau, qui nous fait juger que leur surface est *onctueuse, douce,*

Action
des corps sur
la peau.

aride, il est permis de ne voir dans cette action qu'un simple caractère physique dépendant du mode d'agrégation des parties. Mais comme il y a contact entre des corps dans l'action dont je parle, qu'il existe des substances qui donnent lieu à des phénomènes chimiques non équivoques quand on les met sur la peau, et que la chimie est la science des actions moléculaires, on ne peut, dans l'histoire chimique d'un corps, faire deux caractères de son action physique et de son action chimique sur l'organe du toucher; car la limite des deux caractères serait trop difficile à établir dans plusieurs cas, et l'action purement physique serait un caractère trop futile pour le chimiste. Enfin la liaison qui existe entre la propriété d'agir sur la peau et la propriété d'agir sur l'organe du goût, où il y a certainement quelque chose de chimique, nous oblige de les rapprocher l'une de l'autre.

65. Dans l'impression des corps sur le toucher on doit noter la sensation de chaleur ou de froid qu'ils peuvent occasioner. Ces effets dépendent d'une action physique ou d'une action chimique.

66. (a) *Lorsqu'ils dépendent d'une action physique*, ils ont d'autant plus d'intensité, toutes choses égales d'ailleurs, que le corps qui exerce cette action est meilleur conducteur de la chaleur, qu'il est plus dense, qu'il a plus de mobilité entre ses

particules, qu'il touche l'organe par une plus grande surface, qu'il a plus de capacité pour la chaleur. Mais en général les composés organiques n'ont qu'une très faible influence pour changer la température de nos organes par un simple contact.

67. (b) *Lorsqu'ils dépendent d'une action chimique*, deux cas se présentent, celui où l'organe du toucher n'éprouve aucun changement de composition, celui où il éprouve une altération plus ou moins forte.

Premier cas. Un corps, en agissant assez rapidement sur l'eau de la transpiration, est susceptible de donner lieu à un dégagement de chaleur ou à un abaissement de température. Par exemple, le chlorure de calcium, réduit en poudre et pressé avec le doigt sur la peau, fait éprouver une sensation de chaleur en solidifiant l'eau de la transpiration, tandis que l'hydrochlorate de chaux en se liquéfiant dans ce même liquide occasionne une sensation de froid.

Deuxième cas. Un corps de la nature de ceux qu'on nomme caustiques, parcequ'il désorganise la peau, produit une sensation de chaleur, soit par l'effet de cette désorganisation, soit parceque d'abord il agit sur l'eau de la transpiration : telle est l'action de l'acide sulfurique.

68. L'odeur d'un corps doit être attribuée à Action
des corps sur
l'odorat.

l'action qu'une vapeur émanée de ce corps exerce sur la membrane pituitaire.

Action
des corps sur
le goût.

69. La saveur d'un corps ne doit être énoncée qu'après la description des effets de ce corps sur le tact ou le toucher et sur l'odorat ; car ces mêmes effets sont produits lorsque le corps agit sur l'organe du goût. Ainsi, 1° le chlorure de calcium et l'hydrochlorate de chaux mis sur la langue donnent lieu le premier à un dégagement de chaleur, et le second à un abaissement de température, comme ils le font quand ils sont appliqués sur la peau et qu'ils se combinent à l'eau de la transpiration; et les effets produits dans la bouche sont toujours beaucoup plus intenses que ceux qui le sont sur la peau, par la raison que le premier organe est plus sensible et plus humide que le second : en même temps que l'on sent un changement de température, ou très peu de temps après, on perçoit la saveur du corps. 2° Si une substance sapide et odorante est introduite dans la bouche, l'odorat sera affecté en même temps que le goût, et la preuve c'est que si les narines sont pressées l'une contre l'autre, la sensation de l'odorat s'évanouira complètement, parcequ'alors l'air, qui s'est chargé dans la bouche des parties odorantes émanées de la substance, ne pouvant plus être expiré par le nez, ne portera plus à la membrane pituitaire les molécules qui occasionent la sensa-

tion de l'odeur. Dans le cas où les narines sont pressées, il n'y a donc que les sensations du tact de la langue et du goût qui soient perçues. On ne saurait se faire une idée des différences extrêmes qui existent entre les sensations qu'on perçoit d'une substance sapide et odorante, suivant que le passage de l'air expiré par le nez est libre ou interrompu.

70. En étudiant l'action des corps sur le goût, d'après les vues précédentes, j'ai été conduit à les distinguer en quatre classes principales, sans y comprendre les corps caustiques qui altèrent la nature de nos organes.

Classification
des corps
non causti-
ques
relativement
à leur action
sur le goût.

1^{re} Classe. *Corps qui n'agissent que sur le tact de la langue.*

Tels sont le cristal de roche, le saphir, la glace.

2^e Classe. *Corps qui n'agissent que sur le tact de la langue et sur l'odorat.*

Tel est l'étain : quand on le met dans la bouche, on perçoit l'odeur du métal ; en se pressant les narines, cette sensation disparaît complètement, et on éprouve seulement une sensation de tact.

Il est remarquable que l'odeur particulière à certains métaux se retrouve dans leurs sels solubles, à un degré plus marqué encore que dans les métaux.

3^e Classe. *Corps qui agissent sur le tact de la langue et sur le goût.*

Tels sont le sucre, le chlorure de sodium : lors-

qu'on les met dans la bouche, les sensations qu'ils causent ne sont point modifiées dans le cas où les narines sont pressées.

4^e Classe. *Corps qui agissent sur le tact de la langue, sur le goût, sur l'odorat.*

Telles sont les huiles volatiles; elles ont une saveur âcre, ou bien amère et douceâtre, et une odeur très variable; on n'en perçoit que la saveur en se pressant les narines.

Telles sont encore les pastilles de menthe, les pastilles de chocolat: les narines étant pressées, après qu'elles ont été introduites dans la bouche, on ne ressent plus que la saveur du sucre; si on cesse de se presser les narines, l'odeur de la menthe, celle du cacao, redeviennent sensibles.

J'ajouterai que la cause qui provoque les nausées lorsqu'on goûte de la bile, de la manne, réside dans le principe odorant de ces matières; et enfin que les butirates, les sulfites, etc., mis dans la bouche, laissent dégager une portion de leur acide, qui produit sur la membrane pituitaire la sensation que nous éprouvons lorsque nous flairons les acides butirique, sulfureux, etc.

Application. 71. Il n'est pas inutile de remarquer que la saveur urineuse, qu'on attribue aux bases alcalines fixes, n'appartient point à ces substances, mais bien à l'ammoniaque, qui est mise en liberté par la réaction des bases alcalines fixes sur les

sels ammoniacaux contenus dans la salive ; les preuves en sont, 1° dans la disparition de la sensation dont je parle lorsque les narines sont pressées ; 2° dans la perception de la même sensation lorsqu'on flaire un mélange de salive fraîche et d'alcali, qu'on a opéré dans une petite capsule de porcelaine ou de verre.

72. C'est aux propriétés organoleptiques qu'il faut rapporter l'action du principe vésicant des cantharides sur la peau, l'action du camphre sur le cerveau, l'action enivrante de l'alcool, l'action des huiles volatiles sur la respiration, etc., etc.

Autres
propriétés
organolepti-
ques.

CHAPITRE IV.

DIFFICULTÉS DE L'ANALYSE ORGANIQUE IMMÉDIATE.

73. Parceque la première chose à faire lorsqu'on veut surmonter un obstacle est de le bien connaître, je vais considérer l'analyse organique immédiate sous le rapport des difficultés qu'elle présente, et en même temps je la comparerai à l'analyse inorganique : cette comparaison fera apprécier à leur juste valeur les différences qui peuvent distinguer ces deux sortes d'analyses l'une de l'autre.

ARTICLE 1^{er}.

De l'analyse appliquée aux matières inorganiques composées qui se trouvent dans la nature.

A. Composi-
tion des
matières
inorganiques
composées
qu'on trouve
dans
la nature.

74. Les matières inorganiques composées qu'on rencontre dans la nature sont, 1^o des composés binaires, acides, alcalins ou neutres, formés d'un comburant et d'un combustible ; 2^o des composés binaires neutres dont les éléments n'ont point entre eux un antagonisme de propriétés aussi prononcé que celui qu'on remarque entre les éléments des premiers composés. Exemples : les sulfures, les phos-

phures, les arseniures, etc. ; 3° des sels qui sont formés d'un acide et d'un alcali ; 4° des composés de deux bases salifiables, qui par analogie peuvent être considérés comme des sels ; 5° enfin, des matières qui résultent de l'union mutuelle de plusieurs espèces appartenantes aux quatre groupes précédents, telles sont des réunions de plusieurs acides, de plusieurs sulfures ou phosphures, de plusieurs sels ou composés analogues.

75. Il n'est pas déplacé d'examiner maintenant en quoi consiste la stabilité ou la fixité de composition de la plupart des composés inorganiques, qui forment ce qu'on nomme communément *la terre, les pierres, les roches*, stabilité qu'à tort on étend assez généralement à tous les composés inorganiques. La stabilité d'un composé n'est jamais absolue ; car si elle l'était nous n'aurions pu analyser ce corps, et conséquemment nous serions obligés de le considérer comme simple, d'après ce qui a été dit (chap. II, 14). La stabilité d'un composé est donc relative aux circonstances dans lesquelles ce composé est placé lorsque nous l'observons ; or *la terre, les pierres, les roches*, que nous considérons comme stables dans leur composition, sont des corps qui n'éprouvent pas de changements de nature de la part de l'eau et des fluides aériformes qui constituent notre atmosphère, aux températures ordinaires. Pourquoi cela ? c'est que les élé-

B. Stabilité des matières inorganiques composées naturelles.

ments combustibles de ces composés étant depuis long-temps unis à l'oxygène ou à un autre corps comburant, le chlore, l'iode, le phthore, il n'y a pas de raison pour que leur composition change, puisque, dans l'état de choses où ils sont placés, ils ont satisfait aux affinités les plus énergiques qui peuvent les solliciter.

C. Analyse des matières inorganiques composés naturels, relativement aux corps qu'il faut isoler.

76. Tous les éléments qui constituent une matière inorganique qu'on veut analyser sont connus, ou s'il en est qui n'aient point été décrits, il n'est pas très difficile, avec l'habitude des opérations chimiques, de s'en apercevoir, et de parvenir ensuite à les isoler : en dernier ressort, tous les composés inorganiques se réduisent à un nombre assez borné d'éléments, dont les propriétés peuvent être tellement définies, qu'il n'y a jamais d'incertitude pour avoir une idée nette des éléments qu'un chimiste dit avoir retirés d'un composé inorganique quelconque.

D. Moyens d'analyse.

77. Les moyens dont on se sert dans l'analyse inorganique pour séparer les éléments d'un composé sont, la chaleur, l'électricité, et les affinités électives, y compris celles des dissolvants. La chaleur et l'électricité ne s'emploient guère que pour l'analyse de quelques composés binaires, tels que des oxydes, des acides, des bases salifiables, et pour celle de quelques espèces de sels; ordinairement

on a recours aux affinités, aidées toutefois de la chaleur. Lorsqu'on décompose un composé binaire par un corps simple qui agit par affinité élective, l'élément éliminé a la nature comburante ou combustible de l'élément qui l'a chassé de sa combinaison ; de même, dans la décomposition des sels, le principe immédiat éliminé a la nature acide ou alcaline du principe immédiat salin qui l'a chassé de sa combinaison¹. Les exceptions à ce que je dis sont très peu nombreuses, et s'expliquent facilement. Dans tous les cas, *quelles que soient les combinaisons dans lesquelles vous fassiez passer les éléments d'un composé que vous analysez, il est toujours possible de parvenir à représenter ce composé plus ou moins exactement, quant à la nature et à la proportion de ses éléments ; mais ce qui est plus ou moins arbitraire, c'est l'arrangement ou l'ordre de combinaison que vous pouvez assigner aux éléments.* Je cite un exemple pour me faire mieux entendre : on veut analyser le mispickel, qui est formé de soufre, d'arsenic et de fer. On peut le traiter de deux manières : 1° on le chauffe dans un petit vais-

¹ On peut tirer parti de la remarque que je fais pour déterminer la nature comburante ou combustible de l'un des principes d'un composé binaire, la nature acide ou alcaline de l'un des principes immédiats d'un sel. (Voyez, dans le *Dictionnaire des sciences naturelles*, mon article *Corps comburants et combustibles*, tome X.)

seau de verre, on obtient de l'*arsenic* sublimé et un résidu de *fer sulfuré* : on détermine la proportion des éléments de ce résidu ne le convertissant, au moyen de l'acide nitrique, en peroxyde de fer et en acide sulfurique ; précipitant le peroxyde par l'ammoniaque, puis l'acide sulfurique par le nitrate de baryte ; la proportion des éléments du peroxyde de fer et celle des éléments du sulfate de baryte étant bien déterminées, il est facile de remonter à la proportion du fer et du soufre contenus dans le mispickel. 2° On peut brûler le minéral par l'eau régale ; analyser ensuite la dissolution formée de peroxyde de fer, d'acide sulfurique et d'acide arsenique, par des procédés analogues à ceux qu'on a suivis pour analyser le fer sulfuré obtenu par la distillation du mispickel. Dans le second cas, le poids de l'arsenic est conclu du poids de l'acide arsenique formé, ou plutôt de celui d'un arseniate sec. Dans l'analyse inorganique il n'est donc pas nécessaire de peser les éléments d'un composé à l'état isolé : il suffit de les séparer exactement l'un de l'autre, et de peser ensuite les composés connus qu'ils ont formés. En supposant que les deux analyses du mispickel aient été bien faites, on trouve par l'une ou l'autre que ce minéral est formé de deux proportions de soufre, d'une proportion d'arsenic et d'une proportion de fer ; voilà le résultat certain quant à la nature et aux quantités relatives des éléments du mispickel, mais voici ce qu'il y a d'arbitraire quant

à l'arrangement des éléments : vous pouvez concevoir, 1° que ceux-ci sont immédiatement unis de manière à former un composé ternaire ; 2° qu'un atome de protosulfure de fer est uni à un atome d'arsenic ; 3° qu'un atome de persulfure de fer est uni à un atome d'arseniure de fer ; dans ce cas vous admettez deux atomes de fer, deux atomes d'arsenic et quatre atomes de soufre. Il est évident que les deux dernières manières de représenter la composition du mispickel *sont équivalentes à la première.*

Compositions
équivalentes.

78. Dans la plupart des cas au moins où des composés inorganiques contiennent de l'eau, il est plus ou moins facile de reconnaître la présence de ce liquide et d'en déterminer la proportion.

E. Détermination
de l'eau.

79. On reconnaît aisément au moyen de la balance, dans toutes les analyses inorganiques, si le poids des éléments qu'on a isolés les uns des autres est égal à celui du composé analysé : si ce résultat a été obtenu, on peut compter sur l'analyse, en supposant toutefois que les éléments aient été exactement isolés les uns des autres ; si au contraire il y a une perte plus grande que celle comprise dans les erreurs des opérations, l'analyse doit être recommencée en suivant des procédés différents de ceux qu'on a employés dans la première analyse.

F. Utilité de
la balance.

ARTICLE II.

De l'analyse immédiate des matières organiques, comparée à l'analyse des matières inorganiques.

A. Composi-
tion
immédiate
des matières
organiques.

80. Les matières organiques que l'on a occasion d'analyser sont : 1° *des tronçons* d'un végétal ou d'un animal, *des tissus* ; 2° *des liquides* contenus dans des vaisseaux, des poches, des interstices que les tissus laissent entre eux ; 3° *des extraits*, c'est-à-dire des matières qui ont été dissoutes en totalité ou en partie dans un liquide, et qui en ont été ensuite séparées par l'évaporation de ce liquide ; 4° *des concrétions* ou des matières solides qui se trouvent dans l'intérieur des êtres organisés, plus ou moins isolées des organes qui les avoisinent. Excepté la plupart des concrétions, les autres matières organiques contiennent généralement un plus grand nombre d'espèces de principes immédiats, que les matières inorganiques, qui ne sont pas évidemment des mélanges, ne contiennent d'espèces, soit de corps simples, soit de corps composés faisant fonction de principes immédiats dans leurs combinaisons mutuelles ; en outre les matières organiques nous présentent presque tous leurs principes immédiats unis en proportions indéfinies, et nous sommes dans la nécessité d'avoir recours aux procédés chimiques pour les isoler et parvenir à les connaître,

tandis que nous trouvons au contraire dans l'état libre la plupart des espèces minéralogiques qui constituent la *terre*, les *pierres*, les *roches*. Quoiqu'il y ait beaucoup d'espèces différentes d'acides organiques, cependant la plus grande partie de la masse de la plupart des matières organiques se compose de principes immédiats neutres aux réactifs colorés, qui forment des combinaisons en proportions indéfinies.

81. Si nous considérons les matières organiques relativement à la stabilité de leur composition, nous verrons qu'elles sont plus altérables, surtout quand elles ont le contact de l'air et de l'eau, que ne le sont les matières inorganiques qui se rencontrent dans la nature; cela doit être, lorsqu'on se rappelle la composition des matières organiques. Les principes immédiats qui constituent ces dernières sont presque tous formés de trois ou quatre éléments, l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, le carbone; les trois premiers, dans l'état libre, sont gazeux: le carbone est fixe, mais il forme avec l'oxygène et l'hydrogène des combinaisons gazeuses: en général plus les éléments d'un composé sont nombreux, plus leur tendance à se réduire en gaz est grande, et plus est grande la disposition de ce composé à changer de forme: en outre, le carbone et l'hydrogène, éléments des principes immédiats organiques, tendent à former avec l'oxygène des compo-

B. Stabilité
des matières
organiques.

sés très stables, l'acide carbonique et l'eau. D'après cet état de choses, on conçoit sans peine pourquoi les matières organiques sont altérables, surtout à une température élevée, surtout lorsqu'elles ont à la fois et le contact de l'eau, qui en les ramollissant ou les dissolvant donne plus de mobilité à leurs particules, et le contact de l'air, qui fournit à leur carbone et à leur hydrogène l'oxygène qui leur manque pour que ces combustibles soient convertis en acide carbonique et en eau.

82. De la tendance à se putréfier qu'ont la chair des animaux et la partie herbacée des végétaux abandonnées à elles-mêmes, on aurait tort de croire que la stabilité caractérise les composés inorganiques, et les propriétés contraires, les composés organiques : il est facile de citer un assez grand nombre de combinaisons inorganiques, telles que l'or et l'argent fulminant, l'oxyde de chlore, le chlorure d'azote, l'hydrogène perphosphuré, les hydrosulfates alcalins, dont la tendance à se transformer en de nouveaux produits, soit par une légère élévation de température, soit par le contact de l'air, est encore plus marquée que celle que l'on observe dans la plupart des composés organiques altérables. Si les composés inorganiques qui se trouvent à la surface de la terre sont stables, c'est, comme je l'ai dit, parceque leurs éléments étant neutralisés par l'oxygène ou par un autre combu-

rant puissant, ils ne peuvent plus éprouver de changement par leur contact avec l'eau et l'air; ils sont au maximum de stabilité dans les circonstances où ils se trouvent placés. Les influences de la chaleur, de l'eau et de l'air pour altérer les composés organiques étant reconnues, on en tire d'utiles conséquences, non seulement pour l'analyse immédiate de ces composés, mais encore pour les moyens de les conserver.

83. Dans l'analyse immédiate des composés organiques, vous avez en général plus d'espèces à séparer que n'en présente l'analyse des composés inorganiques naturels. Les espèces organiques sont moins bien connues que les espèces de corps simples ou de corps composés que vous retirez des matières inorganiques; il s'en présente plus souvent de nouvelles, et enfin ces espèces sont plus difficiles à circonscrire que les espèces inorganiques.

C. Analyse immédiate des matières organiques, relativement aux corps qu'il faut isoler.

84. Puisque les principes immédiats sont disposés à s'altérer, il en résulte qu'on ne peut employer les réactifs d'analyse avec trop de précaution. Il n'est guère permis de se servir des acides ou des alcalis que pour séparer des principes immédiats doués de l'alcalinité ou de l'acidité, mais malheureusement la plus grande masse de la plupart des matières organiques étant constituée par des principes

D. Moyens d'analyse.

immédiats dont les propriétés antagonistes sont très faibles, quand elles ne sont pas inappréciables, et ces principes étant doués d'une affinité mutuelle analogue à l'affinité mutuelle des métaux et à celle des sels neutres, il faut employer pour les séparer l'un de l'autre des réactifs neutres, tels que l'eau, l'alcool et l'éther, qui ont des facultés inégales pour dissoudre chaque espèce de principe immédiat en particulier : mais quels sont les résultats de ces analyses ? Très rarement des principes immédiats complètement isolés l'un de l'autre ; presque toujours les composés analysés sont réduits en deux combinaisons, l'une qui est dissoute, l'autre qui ne l'est pas, celle-ci est avec excès de matière insoluble, celle-là est au contraire avec excès de matière soluble (134) : ce n'est guère que dans le cas où la matière dissoute contient un principe cristallisable qu'on peut espérer d'obtenir des espèces isolées. Par conséquent il est beaucoup plus difficile de déterminer les espèces de principes immédiats organiques, que les espèces qui constituent une matière inorganique. La difficulté de faire exactement cette détermination, lors même qu'on se borne à employer comme réactifs d'analyse l'eau, l'alcool et l'éther, se complique souvent de l'altération que la matière analysée éprouve sous l'influence de la chaleur et de l'air, et malheureusement il est impossible, dans beaucoup de cas au moins, de remonter des résultats altérés à l'espèce

qui les a donnés, quoique cette espèce ait été décrite ; ce qui tient à ce qu'on ignore généralement les corps en lesquels les principes immédiats connus se transforment dans des circonstances déterminées avec exactitude. On ne peut donc pas, comme dans l'analyse minérale, détruire l'individualité d'une espèce organique, et malgré cela parvenir à la reconnaître ; on n'a donc pas, pour se représenter la composition immédiate d'une matière organique formée de plusieurs espèces, l'avantage *des compositions équivalentes* qu'on a dans l'analyse minérale.

85. Il est très difficile de déterminer toujours exactement la quantité d'eau contenue dans les matières organiques, et pourtant ce liquide se trouve dans tous les composés qui n'appartiennent pas au groupe des corps gras.

E. Détermination de l'eau.

86. De la difficulté d'estimer rigoureusement dans tous les cas possibles la quantité d'eau des matières organiques, de celle d'isoler aussi exactement que dans l'analyse minérale les corps qu'on veut séparer, il s'ensuit qu'il n'est pas toujours facile de s'assurer au moyen de la balance si les principes immédiats qu'on a séparés d'une matière organique représentent, par leur poids, la quantité de matière qui a été soumise à l'examen. La balance, dans l'analyse organique immédiate, n'est donc pas aussi

F. Utilité de la balance pour savoir si une analyse est bonne.

utile comme *criterium*, qu'elle l'est dans l'analyse minérale.

Difficultés
particulières
à l'analyse
organique
immédiate.

87. D'après tout ce qui a été dit dans ce chapitre, on voit que les difficultés particulières à l'analyse immédiate ne sont pas tant dans l'altération des principes immédiats que dans l'impossibilité où l'on est presque toujours actuellement de reconnaître positivement à quels principes immédiats on doit rapporter les résultats altérés d'une analyse, ou les combinaisons de plusieurs principes que l'on en a obtenues, et qu'on n'a point en quantité suffisante pour les soumettre à des expériences propres à en déterminer exactement la nature. Ces difficultés ont eu des conséquences très fâcheuses pour les progrès de la chimie organique, parcequ'elles ont été cause qu'on a admis comme espèces des combinaisons de plusieurs principes dont l'union n'est point assujettie à des proportions déterminées, et dont conséquemment il est impossible de fixer les caractères; c'est ce qui est arrivé pour l'extractif et le tannin (chap. xiv).

88. Les difficultés de l'analyse organique immédiate étant ainsi exposées, je vais essayer de donner les moyens, sinon de les surmonter, au moins de les diminuer le plus qu'il est possible de

le faire dans l'état actuel de la science , en examinant l'action que la chaleur , l'oxygène , les réactifs dissolvants , les réactifs précipitants, exercent sur les principes immédiats.

CHAPITRE V.

INFLUENCE DE LA CHALEUR SÈCHE DANS L'ANALYSE
ORGANIQUE IMMÉDIATE.

Action
d'une
température
rouge
blanche sur
les matières
organiques.

89. Il n'est aucune matière organique qui ne soit décomposable quand on l'expose à une température rouge blanche : si nous voyons des substances d'une composition analogue à celle des corps organiques se produire lorsqu'on fait passer certains corps organiques volatils dans des tubes rouges de feu, c'est parce que ces corps y passant très rapidement n'ont pas le temps de s'altérer, ou que des gaz produits par l'altération de ces mêmes corps se combinent ensemble au moment de leur refroidissement; telle me paraît être l'origine de cette substance grasse cristallisée que MM. Fourcroy et Vauquelin ont obtenue en exposant la vapeur d'alcool à la température rouge d'un tube de porcelaine.

Action
d'une
température
graduée
sur les
matières
organiques.

90. Si, au lieu d'exposer brusquement les matières organiques d'une température peu élevée à une température rouge blanche, on les chauffe graduellement dans des vaisseaux distillatoires sous

la pression ordinaire de l'atmosphère, on observera trois sortes de phénomènes ;

1° *La matière soumise à l'expérience distillera sans altération* : tels sont l'acool, l'acide acétique étendu d'eau. Trois sortes de phénomènes

2° *La matière soumise à l'expérience se divisera en deux portions : l'une se volatilise sans altération ; l'autre portion se décomposera en plusieurs corps* : tels sont l'acide oxalique, l'indigo.

3° *La matière soumise à l'expérience s'altérera en totalité* : tels sont l'amidon, le sucre.

91. Les matières qui présentent le premier phénomène de distillation peuvent être soumises *évidemment*, sans éprouver d'altération, à des températures qui sont au moins égales à celles où elles distillent sous la pression de l'atmosphère. L'expérience apprend que, parmi ces matières, il en est qui ne commencent à s'altérer qu'à 20° et plus au-dessus de leur terme d'ébullition, tandis qu'il en est d'autres qui s'altèrent très près de ce terme.

Température où les matières qui présentent le premier phénomène de distillat. s'altèrent.

Les matières qui présentent le second phénomène de distillation ne peuvent être soumises à des températures plus élevées que celles où elles distillent sous la pression de l'atmosphère, sans s'altérer entièrement ; ce résultat est tout simple lorsqu'on se rappelle l'explication que M. Gay-Lussac a donnée du second phénomène de distillation.

Température où les matières qui présentent le second phénomène de distillat. s'altèrent.

Les matières volatilisables sans altération sont susceptibles d'être distillées à des températures inférieures à celles où leurs tensions sont égales à la pression de l'atmosphère : par exemple l'iode, qui bout de 175 à 180°, l'huile de térébenthine, qui bout à 160°, distillent à la température de 100°, le ballon qui communique à la cornue étant refroidi à zéro : mais la distillation est excessivement lente, parceque la vapeur formée dans la cornue et qui en remplit l'espace ne passe que très lentement dans le récipient. La distillation est bien plus rapide si l'iode, l'huile de térébenthine sont chauffés au milieu de l'eau bouillante, parceque la vapeur aqueuse, en entraînant les vapeurs de ces substances de la cornue dans le récipient, renouvelle ainsi l'espace propre à recevoir de nouvelles vapeurs d'iode et d'huile de térébenthine.

Maintenant supposons qu'une substance organique, en partie altérable par la chaleur, soit chauffée : une portion se réduira en vapeur, tandis qu'une autre, s'échauffant davantage, s'altérera ; les gaz résultant de la décomposition de cette seconde portion entraîneront la première portion réduite en vapeur, et la soustrairont à l'action ultérieure de la chaleur, qui pourrait la décomposer : ils agiront comme l'eau bouillante dans l'exemple précédent.

Application
de ce
qui précède.

92. Si l'on chauffe dans des cornues, soit les

stéarines , l'oléine et les graisses formées de ces substances , soit la cétine , la cholestérine , les acides stéarique , margarique et oléique , on verra que ces corps se décomposeront en partie ; cependant si l'on ne chauffe que $0^{\circ},5$ de ces substances dans le vide barométrique , ou dans des tubes pleins de mercure , sous la pression de $0^{\text{m}},60$ à $0^{\text{m}},76$ de mercure , on pourra les distiller sans altération ; on les verra bouillir et former une vapeur parfaitement transparente. J'explique ainsi ces résultats : les substances précitées sont susceptibles de s'altérer à une température qui n'est qu'un peu plus élevée que celle de leur terme d'ébullition sous la pression de $0^{\text{m}},90$ à $0^{\text{m}},76$; maintenant , si l'on en chauffe 50° environ dans une cornue , les parois de celle-ci s'échaufferont à la température où les matières se décomposent , conséquemment les parties de matière qui toucheront ces parois , pendant un temps suffisant , s'altéreront¹ , tandis que les par-

¹ L'influence que la chaleur des parois d'un vase distillaire exerce , pour altérer une vapeur qu'on y a produite , est surtout remarquable quand on distille l'acide oxalique sous la pression de $0^{\text{m}},50$, à $0^{\text{m}},60$ de mercure , dans un tube courbé qui a été préalablement rempli de mercure. Quelque temps après que les fluides élastiques ont chassé le mercure du tube , il arrive un moment où l'on peut retirer la lampe à alcool de dessous le tube , et observer malgré cela une décom-

ties du centre, n'ayant que la température nécessaire à leur volatilisation, se distilleront sans altération ; plus les vapeurs formées séjourneront de temps au-dessus de la matière liquide, et plus la quantité de matière décomposée sera grande. Enfin l'oxygène atmosphérique contenu dans la cornue au commencement de l'expérience favorise sensiblement l'altération de la matière organique. (Chap. VI.)

Précautions
à prendre
pour
déterminer
l'action
de la chaleur
sur les
substances
organiques.

93. On voit donc que, pour déterminer l'action de la chaleur sur les substances organiques, il faudra n'en chauffer que de très petites quantités dans des tubes de verre vides d'air, ou dans des tubes pleins de mercure, si l'on veut connaître la manière dont elles se comportent sous une certaine pression.

Il faudra prendre toutes les précautions possibles pour éviter, 1° que les matières organiques soient exposées à la chaleur pendant un temps plus long que celui qui est nécessaire pour qu'elles éprouvent le genre de modification qu'elles sont susceptibles de recevoir d'une première action de cet agent ; 2° qu'elles soient exposées à une tem-

position sensible de la vapeur d'acide oxalique, qui ressemble à une légère détonation, pendant laquelle il ne se manifeste point de lumière.

pérature plus élevée que la température où chacune d'elles éprouve ce genre de modification ; 3° enfin qu'elles soient chauffées sans le contact de l'air.

94. En opérant ainsi , j'ai reconnu

(a) Que tel principe immédiat qui serait altéré si on l'exposait au milieu de l'air à une certaine température , peut être chauffé dans un tube plein de mercure à cette température , et même au-dessus , sans s'altérer : c'est même un excellent moyen de sécher certaines substances organiques , telles que l'amidon , le sucre.

(b) Qu'il n'y a qu'un très petit nombre de principes immédiats qui soient altérables , lorsqu'on les expose à des températures de 100 à 120° , sans le contact de l'air.

(c) Que beaucoup de principes immédiats qui passent généralement pour présenter le second phénomène de distillation présentent réellement le premier phénomène.

(d) Que les principes immédiats qui sont complètement altérables par la distillation donnent des produits moins nombreux que ceux qu'on en retire lorsqu'on les distille sans prendre les précautions que j'ai indiquées.

CHAPITRE VI.

INFLUENCE DE L'OXYGÈNE ATMOSPHÉRIQUE DANS L'ANALYSE ORGANIQUE IMMÉDIATE.

95. Les principes immédiats organiques à l'état solide sont peu altérables par l'oxygène gazeux à la température ordinaire ; mais à des températures plus élevées leur tendance à se décomposer devient de plus en plus grande , et il arrive un moment où, si les circonstances sont les plus favorables possibles à l'action comburante de l'oxygène, le carbone et l'hydrogène de la matière organique sont entièrement convertis en acide carbonique et en eau. Mais on se tromperait beaucoup si l'on croyait que l'altération d'une matière organique par l'oxygène, à une certaine température, est dans tous les cas simplement proportionnelle à la quantité d'oxygène qui est présente : il suffit quelquefois d'une très petite quantité de ce gaz pour déterminer un changement total dans l'arrangement des éléments d'un composé.

Influence
de l'oxygène
sur la nature
des produits
de plusieurs
corps gras
distillés.

96. Lorsque l'air pénètre librement dans des vaisseaux où l'on distille la cétine et la cholestérine, les produits de la distillation sont très diffé-

rents de ceux qu'on obtiendrait à la même température si l'opération était faite sans le contact de l'oxygène. C'est ainsi que j'ai obtenu dans le premier cas, 1° en distillant la cétine, un produit fusible à 23°; 2° en distillant la cholestérine, un produit liquide à la température ordinaire; tandis que, dans le second cas où ces substances étaient distillées sans le contact de l'air, les produits ne différaient pas ou presque pas de la cétine et de la cholestérine par leur fusibilité.

97. Lorsqu'on distille les stéarines, l'oléine, avec le contact de l'air, on trouve que les produits, abstraction faite d'une portion de substance qui a été distillée sans altération, ont beaucoup de ressemblance avec les produits qui se forment lorsque les stéarines et l'oléine sont exposées à la température ordinaire au contact du gaz oxygène. Il est probable que, si l'on examinait les produits que plusieurs autres substances donnent quand elles se décomposent avec le contact de l'air, on trouverait de l'analogie dans la nature des produits qu'une même substance aurait donnés en s'altérant à des températures différentes.

98. Telle substance qui, à l'état sec et à une certaine température, ne serait pas altérée par le contact de l'oxygène atmosphérique sec, s'altère très promptement lorsqu'elle est dissoute dans l'eau et

qu'elle est exposée en même temps au contact de ce gaz ; presque toutes les substances organiques à la température de 15° sont dans ce cas.

99. Il y a des substances organiques qui, dissoutes dans l'eau avec d'autres substances, n'éprouvent aucune altération, au moins dans l'espace de plusieurs jours. L'oxygène pénètre-t-il dans la dissolution, bientôt il se produit un changement total dans les propriétés des substances ; c'est ce qui est surtout remarquable dans le moût de raisin préparé sans le contact de l'air : pour que le sucre qu'il contient se transforme en acide carbonique et en alcool, il lui faut le contact d'une très petite quantité d'oxygène, suivant l'observation de M. Gay-Lussac. Il est remarquable que le sucre de raisin pur, dissous dans l'eau, n'éprouve pas le changement dont nous parlons, quand il est en contact avec l'oxygène. •

100. J'ai découvert dans ces derniers temps qu'un grand nombre de principes immédiats qui, dissous dans l'eau, n'éprouvent qu'une altération extrêmement lente de la part de l'oxygène gazeux, acquièrent une combustibilité des plus énergiques lorsqu'on les met en présence d'un alcali. C'est ce dont on peut s'assurer en combinant à de l'eau de potasse, dans des cloches pleines de mercure, des solutions d'acide gallique, d'hématine, de car-

mine, de teinture de violette, du principe colorant du bois de brésil, du principe colorant jaune des écorces textiles, du principe colorant du sang, etc. Les combinaisons alcalines produites se conservent sans altération pendant des mois entiers, mais dès qu'elles ont le contact de l'oxygène, elles l'absorbent avec une rapidité plus ou moins grande. On ne peut s'empêcher de comparer la combustibilité des matières organiques combinées avec la potasse, la soude, l'ammoniaque, etc., à celle du soufre dans les sulfures liquides.

101. En définitive on voit que l'action de l'oxygène sur une espèce organique est favorisée,

1° Par une élévation de température ;

2° Par l'état où se trouve cette espèce quand elle est dissoute dans l'eau, ou bien simplement pénétrée par ce liquide ;

3° Par la coexistence de certains principes immédiats avec cette même espèce organique dissoute dans l'eau ;

4° Par la présence d'un alcali.

CHAPITRE VII.

USAGE DES DISSOLVANTS EN GÉNÉRAL DANS L'ANALYSE ORGANIQUE IMMÉDIATE.

§ 1^{er}. Définitions.

102. Dans le principe, le nom de dissolvant fut donné à des liquides qui font disparaître des substances solides qu'on y plonge, et qui semblent ainsi les détruire. Lorsqu'on a étudié les phénomènes chimiques, on s'est bientôt aperçu que, dans l'action d'un dissolvant sur un solide, la destruction du corps dissous n'est qu'apparente, les particules de celui-ci étant simplement désagrégées par la combinaison qu'elles ont contractée avec le dissolvant.

103. Quand on analyse les produits de la dissolution on voit,

Premier cas
de la
dissolution.

1^o *Que dans un cas le corps dissous peut être séparé du dissolvant par évaporation avec les propriétés essentielles qu'il avait avant d'avoir été dissous :*

Exemple.

Tel est le chlorure de sodium mis dans l'eau ; la

solution évaporée donne des cristaux qui ont toutes les propriétés du chlorure de sodium ;

2° *Que dans d'autres cas le corps dissous, séparé par l'évaporation de son dissolvant, n'a plus les mêmes propriétés qu'il avait avant sa dissolution, parcequ'il a contracté une combinaison, soit avec une portion du dissolvant, soit avec un de ses éléments, lorsqu'une partie du dissolvant a été décomposée, soit enfin avec une portion du dissolvant et un de ses éléments provenant de la décomposition d'une autre portion du même dissolvant :*

Second cas
de la
dissolution.

Exemples.

I. Le sulfate de soude sec dissous dans l'eau est obtenu par l'évaporation à l'état de sulfate de soude hydraté.

A. Corps
dissous uni
au dissolvant

II. Le cuivre dissous dans l'acide nitrique est obtenu par l'évaporation à l'état de deutoxyde.

B. Corps
dissous uni
à l'un
des éléments
du dissolvant

III. Le potassium dissous dans l'eau est obtenu par l'évaporation à l'état d'oxyde de potassium hydraté. Le cuivre lui-même dissous dans l'acide nitrique peut être obtenu, non seulement à l'état de deutoxyde, mais encore à celui de nitrate neutre ou de sousnitrate de deutoxyde, suivant la température où l'évaporation a été faite.

C. Corps
dissous uni
à l'un
des éléments
du dissolvant
et au
dissolvant.

104. Lavoisier a distingué la solution de la dissolution : suivant lui, la solution est produite par

un corps qui s'unit à un dissolvant sans en décomposer une portion, tels sont les liquides qu'on obtient en mettant le chlorure de sodium et le sulfate de soude anhydre ou hydraté avec l'eau ; et la dissolution a lieu lorsqu'un solide se dissout dans un liquide après en avoir décomposé une portion, tel est le liquide produit par la dissolution du cuivre dans l'acide nitrique. Je remarquerai que cette distinction ne repose que sur les circonstances des opérations, car si vous mettez de l'hydrate de deutoxyde de cuivre dans l'acide nitrique, vous obtenez une *solution de nitrate de cuivre*, au lieu qu'en mettant du cuivre dans l'acide nitrique faible, vous obtenez une *dissolution de cuivre*, mais ces deux liquides sont identiques.

Choix
des
dissolvants
dans
l'analyse
organique
immédiate.

105. D'après ce qui précède, il est de toute évidence que, dans l'analyse organique immédiate, où l'on se propose de reconnaître les espèces des principes immédiats organiques qui constituent une matière organique, on évitera d'employer des dissolvants qui pourraient dénaturer les espèces qu'on se propose de séparer. Si on ne peut dire absolument que tels dissolvants doivent être proscrits, et que tels autres doivent être exclusivement employés, cependant il est possible de donner quelques règles générales sur le choix de ces instruments d'analyse. Je vais considérer d'abord les dissolvants qui sont neutres aux réactifs colorés ; je

considérerai ensuite les dissolvants acides et ceux qui sont alcalins.

§ II. *Des dissolvants neutres.*

106. Les dissolvants neutres qu'on emploie le plus ordinairement sont l'eau, l'alcool et l'éther hydratique.

107. Lorsque les matières qu'on analyse sont à l'état solide et plus ou moins sèches, il y a de l'avantage à les soumettre à l'action de l'eau, de l'alcool et de l'éther, dans l'appareil que j'ai décrit sous le nom de digesteur distillatoire¹, plutôt qu'à les traiter avec ces liquides sous la simple pression de l'atmosphère. L'eau, l'alcool et l'éther acquièrent dans le digesteur une énergie telle, qu'ils peuvent agir sur des substances qu'ils ne dissoudraient pas sous la simple pression de l'atmosphère, à cause de l'état de combinaison où ces substances se trouvent. En outre, l'air extérieur ne pénétrant pas dans le digesteur, il est possible d'élever la température sans craindre d'altérer les matières organiques; car une des causes principales des altérations que ces matières éprouvent

¹ Voyez mon Mémoire imprimé dans les *Annales de chimie*, tome xcvi, page 141.

lorsqu'on les chauffe avec le contact de l'air est la combinaison de leur partie combustible avec l'oxygène, comme je l'ai dit plus haut (ch. vi).

ARTICLE 1^{er}.*Action de l'eau.*

Action
de l'eau et de
la chaleur.

108. Lorsqu'on chauffe des matières organiques qui sont en contact avec de l'eau, il peut arriver des phénomènes très différents, sur lesquels il est nécessaire d'appeler l'attention :

1^o *L'eau peut se fixer dans une espèce organique, et, suivant l'état où elle se fixe,*

(a) *Elle ne change que très peu les propriétés chimiques de l'espèce.*

C'est ce qui arrive 1^o à un sel anhydre lorsqu'il cristallise à l'état de sel hydraté au milieu de l'eau après s'y être dissous à chaud; 2^o au tissu élastique jaune des animaux desséchés, lorsqu'il reprend dans l'eau chaude l'élasticité qu'il avait dans l'économie animale : il absorbe alors un poids d'eau au moins égal au sien¹.

(b) *Elle change au contraire extrêmement les propriétés chimiques de l'espèce.*

¹ Voyez mon Mémoire intitulé *De l'Influence que l'eau exerce sur plusieurs substances azotées solides.* (Annales de chimie et physique, tome XIX, p. 2.)

C'est ce qui arriverait si de l'eau, en se combinant avec l'amidon, le convertissait en sucre de raisin¹.

2° *Un des principes d'une espèce peut en être séparé par une simple action de la chaleur* : c'est ce qui arrive, 1° à l'hydrate de deutoxyde de cuivre chauffé au milieu de l'eau ; il abandonne l'eau à laquelle il est uni ; 2° au butirate de deutoxyde de cuivre, qui se réduit dans l'eau bouillante en acide butirique et en deutoxyde anhydre ; ce dernier résultat est d'autant plus remarquable que le butirate cristallisé peut être exposé à 100° sans éprouver d'altération.

3° *Une substance dissoute dans l'eau froide peut s'en séparer sous deux états par une élévation de température.*

(a) Elle se dépose simplement, parcequ'elle est moins soluble à chaud qu'à froid ; c'est ce qui a lieu pour le butirate de chaux.

(b) Elle se dépose en éprouvant un changement soit dans sa composition soit dans l'arrangement de ses atomes, ou plus simplement de ses particules ; telle est l'albumine de l'œuf quand il se coagule.

¹ J'admets ici comme vraie l'opinion de M. Th. de Saussure, que le sucre de raisin est représenté par de l'amidon + de l'eau.

4° *L'eau chaude dissout une substance organique sans lui faire éprouver le moindre changement, c'est-à-dire que l'espèce séparée de son dissolvant est précisément dans l'état où elle était avant d'avoir été dissoute.*

L'eau se comporte ainsi avec le sucre, la mannite, etc.

109. Il est utile de remarquer que plusieurs des effets que je viens de distinguer peuvent se manifester simultanément : par exemple une substance qui se coagule par l'action de la chaleur peut fixer de l'eau, et cette eau peut y être engagée comme l'est l'eau de cristallisation dans beaucoup de sels, comme l'eau qui en se combinant avec de l'amidon le convertit en sucre de raisin, comme l'eau qui est retenue par l'albumine coagulée.

110. Les phénomènes qui se manifestent lorsqu'on chauffe les matières organiques avec le contact de l'eau méritent d'autant plus de fixer l'attention, qu'en les négligeant dans l'analyse organique, on ne tirerait pas des conséquences rigoureuses des résultats qu'on aurait obtenus en opérant sur beaucoup de corps, au milieu de l'eau chaude ; c'est en étudiant les changements qui arrivent alors dans plusieurs principes immédiats que l'on pourra expliquer ce qui se passe dans la cuisson des aliments qui sont formés de ces mêmes principes.

Au reste je me propose de développer bientôt ce sujet, dans un travail où j'examinerai spécialement la *cuisson* comme une opération chimique qui change ou modifie la nature des matières organiques, et qui présente des phénomènes remarquables.

111. L'eau froide mise en contact avec des matières organiques peut

Action
de
l'eau froide.

1° *Agir, comme l'eau chaude, en se fixant dans une espèce organique.*

(a) *Elle peut n'opérer qu'un léger changement dans les propriétés chimiques de l'espèce, soit en formant un hydrate, soit en contractant cette union qui donne aux tissus organiques frais des propriétés physiques si différentes de celles qu'ils ont à l'état sec. L'eau froide est en général plus propre que l'eau chaude à contracter cette union.*

(b) *Elle peut changer extrêmement les propriétés chimiques de l'espèce, mais l'action de l'eau froide pour produire cet effet est bien plus faible que celle de l'eau chaude.*

2° *Elle peut, comme l'eau chaude, dissoudre une espèce sans lui faire éprouver le moindre changement;*

3° *Elle peut séparer, au moins en partie, deux principes immédiats qui sont unis en proportion définie.*

Exemples.

Une quantité suffisante d'eau froide mise en con-

tact avec les stéarates, les margarates de potasse, de soude, leur enlève précisément la moitié de leur base, l'autre moitié reste unie à l'acide à l'état de sursel insoluble.

112. L'eau pourrait encore agir par son oxygène qui se porterait sur les éléments combustibles d'une matière organique; mais alors il ne faudrait plus la considérer comme un liquide neutre, mais comme un comburant: au reste, si l'eau agit de cette manière, ce n'est que dans un très petit nombre de circonstances, qui n'ont point encore été parfaitement déterminées.

113. En finissant cet article, j'observerai qu'il est des cas où il ne faut pas négliger de rechercher si des résultats qu'on a obtenus avec l'eau distillée ordinaire s'obtiendraient pareillement avec l'eau distillée bouillie, par la raison que j'ai eu l'occasion de m'assurer que l'eau aérée a souvent sur les matières organiques une influence qu'elle doit à l'oxygène atmosphérique qui s'y trouve dissous.

ARTICLE II.

Action de l'alcool et de l'éther hydratique.

L'alcool et l'éther convertissent-ils les matières organiques azotées en matière grasse?

114. Avant de traiter de l'usage de l'alcool et de l'éther dans l'analyse organique, je dois nécessairement examiner s'il est vrai que ces liquides,

mis en contact avec des matières azotées*, déterminent aux dépens des éléments de ces matières la production d'une substance grasse.

115. M. Berzelius a dit que la fibrine du sang, l'albumine, la gélatine, éprouvent sous l'influence de l'alcool et de l'éther une altération telle, qu'une partie de leur matière est transformée en substance grasse adipocircuse. M. F. G. Gmelin a été conduit à embrasser cette opinion par l'expérience suivante : il a fait évaporer à siccité une solution de colle de poisson filtrée, et le résidu qu'il a obtenu a cédé à l'alcool une matière grasse. Il a conclu que celle-ci était de nouvelle formation, parcequ'il a admis qu'une solution de gélatine ne peut contenir une matière grasse après avoir été filtrée.

116. Sentant toute l'importance des conséquences de cette opinion de M. Berzelius, relativement à l'usage de l'alcool et de l'éther dans l'analyse organique immédiate, j'ai fait beaucoup de recherches pour savoir si elle était exacte : j'ai été ainsi conduit à reconnaître que les substances grasses contenues dans l'alcool et dans l'éther qui ont été mis en contact avec les tendons, la fibrine, etc., sont simplement extraites de ces substances, et non produites aux dépens de leurs éléments. Il n'est pas surperflu de rapporter ici quelques uns de mes résultats.

Non.

1° En traitant des tendons d'éléphant par l'alcool, j'ai obtenu une matière grasse formée de stéarines et d'oléine. Et traitant ces mêmes tendons par l'eau de potasse, il s'est produit une quantité d'acides stéarique, margarique et oléique correspondante à celle qui devait être produite d'après la proportion des stéarines et de l'oléine obtenues au moyen de l'alcool.

2° En traitant la fibrine du sang de bœuf par l'alcool et par l'éther, j'ai obtenu la matière grasse du cerveau.

Est-il probable que dans un cas il se forme des stéarines et de l'oléine, et que dans un autre il se forme de la matière grasse du cerveau? D'ailleurs, si on considère que l'acide nitrique, l'acide hydrochlorique, en réagissant sur ces mêmes substances azotées, donnent des matières grasses dont la quantité correspond à celle qu'on en retire au moyen de l'alcool et de l'éther, on sentira combien il serait contraire à toutes les analogies d'admettre la formation de matières grasses par des réactifs aussi différents que le sont ceux que j'ai nommés.

Action
de l'alcool.

117. L'alcool dissout en général les matières qui sont peu oxygénées, telles que les graisses; les huiles, les baumes, les résines, substances que l'eau ne dissout pas. Quand il est concentré, il a peu d'action sur les corps que l'eau dissout, ou

sur les corps azotés avec lesquels l'eau forme ces sortes de composés ou de mixtes dont j'ai parlé dans un mémoire spécial¹.

118. L'alcool, en agissant sur les matières organiques qui contiennent de l'eau, telles que les tissus organiques, la leur enlève, pour la plus grande partie au moins, et il exerce sur quelques unes la même action que la chaleur, lorsqu'elle leur fait éprouver le changement que produit la cuisson. C'est ce qui arrive à l'albumine qu'on précipite de sa dissolution aqueuse par l'alcool, comme M. The-nard l'a observé.

119. L'alcool peut décomposer certains sels. Je citerai pour exemple le quadrostéarate de potasse, qui, dissous dans l'alcool bouillant, se réduit par le refroidissement en cristaux de bistéarate de potasse et en acide stéarique qui reste dans la liqueur.

120. L'éther a une action analogue à celle de l'alcool; cependant, en général, il dissout les corps gras en plus grande quantité que ne le fait l'alcool, et il exerce une action beaucoup plus faible que lui, soit pour dissoudre les corps que l'eau dissout,

Action
de l'éther.

¹ Voyez mon Mémoire intitulé *De l'influence que l'eau exerce sur plusieurs substances azotées solides.* (*Annales de chimie et de physique*, tome XIX, page 2.)

soit pour enlever aux matières organiques l'eau qu'elles peuvent contenir.

121. L'éther agit sur certains sels d'une manière remarquable : ainsi, en le faisant bouillir sur le bistéarate de potasse, et à plus forte raison sur le quadrostéarate, l'acide en excès reste en dissolution dans l'éther refroidi, tandis qu'on obtient un sel neutre indissous¹.

RÉSUMÉ ET CONSÉQUENCES DE CE PARAGRAPHE.

Principes immédiats et eau.

122. A. *L'eau froide*, mise en contact avec un principe immédiat, peut :

1° Ne lui faire éprouver aucune action : *cholestérine* ;

2° S'y unir sans le dissoudre, et sans modifier beaucoup les propriétés chimiques de ce principe, quoiqu'elle modifie extrêmement ses propriétés physiques : *tissu élastique jaune sec* ;

3° Le dissoudre et ne point s'y combiner lorsque l'espèce repasse à l'état solide : *mannite* ;

4° Le dissoudre et former avec lui un hydrate ou une sorte de combinaison indéfinie plus ou moins faible, lorsque l'espèce repasse à l'état solide ;

¹ Voyez mes *Recherches sur les corps gras d'origine animale*, page 418.

5° Le dissoudre en changeant tout-à-fait les propriétés chimiques de l'espèce, par la combinaison qu'elle contracte avec elle.

Je ne connais point d'exemples bien précis des deux derniers résultats.

123. B. *L'eau chaude* en contact avec un principe immédiat peut,

1°, 2°, 3°, 4°, 5° donner les cinq résultats qu'on obtient avec l'eau froide (122).

La gélatine, en se séparant, par le refroidissement à l'état de gelée, de l'eau qui en a été saturée à chaud, est un exemple du quatrième résultat. — Je n'en connais pas de bien précis du cinquième.

6° Lui faire éprouver l'effet de la cuisson. Le changement produit par la cuisson dans l'espèce peut être :

(a) Un simple changement dans les particules ;

(b) Un changement dans les atomes élémentaires, d'où résulte une espèce ou plusieurs espèces distinctes du principe immédiat ;

(c) Une fixation d'eau ou de ses éléments, qui change tout-à-fait les propriétés chimiques du principe immédiat. — Ce résultat rentre dans le cinquième.

(d) Une fixation d'eau ou de ses éléments et une élimination d'une portion de matière du principe immédiat.

En outre *la matière provenant du principe immédiat*

cuit, peut être, 1° unie avec une proportion fixe d'eau, à l'état d'hydrate; 2° unie avec une proportion indéfinie d'eau, à l'état d'une combinaison plus ou moins faible; 3° à l'état sec.

*Combinaisons définies des principes immédiats
et eau.*

124. Comme je l'ai dit ailleurs, on ne connaît guère que des sels parmi ces combinaisons.

125. A. *L'eau froide mise en contact avec un composé de cette classe* peut :

1° Ne lui faire éprouver aucune action : *stéarate de baryte* ;

2° S'y unir sans le dissoudre et sans changer beaucoup ses propriétés chimiques, quoiqu'elle change beaucoup ses propriétés physiques : *une partie de stéarate de potasse et dix parties d'eau* ;

3° Le dissoudre et ne point s'y combiner lorsque l'espèce repasse à l'état solide ;

4° Le dissoudre, et, lorsque l'espèce repasse à l'état solide, former avec elle un hydrate ou une sorte de combinaison indéfinie plus ou moins faible ;

5° Décomposer l'espèce, parcequ'elle dissout en tout ou en partie un de ses principes immédiats.

126. B. *L'eau chaude mise en contact avec un composé de cette classe* peut :

Présenter les résultats 1, 2, 3, 4, 5 que présente l'eau froide avec les composés salins ; mais il faut observer que sur la même espèce de sel, l'action de l'eau chaude peut être fort différente de celle de l'eau froide : ainsi le stéarate de potasse est dissous par cent fois son poids d'eau bouillante, et il est réduit en potasse et en bistéarate par la même proportion d'eau froide.

En outre :

6° Une solution saline saturée à froid peut déposer des cristaux de l'espèce dissoute, par une élévation de température, ainsi que cela arrive à la solution du butirate de chaux ;

7° Une espèce dissoute dans l'eau peut être décomposée au milieu de ce liquide bouillant, tandis qu'elle ne le serait point si elle était chauffée à l'état de cristaux secs : *butirate de cuivre*.

*Combinaisons indéfinies des principes immédiats
et eau.*

127. Je n'ai point examiné l'action de l'eau dans ce paragraphe, parceque tout ce qu'on peut dire de plus essentiel à ce sujet est traité dans le paragraphe suivant ; j'ajouterai cependant qu'en chauffant au milieu de l'eau des principes immédiats, qui sont unis à l'eau en proportion indéfinie, et qui sont insolubles dans ce liquide, il peut arri-

ver que l'eau à laquelle ils sont unis soit éliminée en tout ou en partie.

Principes immédiats et alcool.

128. L'alcool ne convertit point la fibrine, le tendon, la gélatine, en matière grasse. Il dissout principalement les principes immédiats inflammables que l'eau ne dissout pas. Il fait éprouver à l'albumine une modification analogue à celle que ce principe éprouve par la cuisson.

129. Il peut enlever l'eau aux principes immédiats qu'il ne dissout point, principalement aux tissus organiques dans lesquels l'eau n'est point unie en proportion définie.

Sels et alcool.

130. L'alcool peut agir sur les sels à la manière de l'eau, c'est-à-dire en les dissolvant sans les décomposer, ou en dissolvant seulement un de leurs principes immédiats.

Principes immédiats et éther hydratique.

131. L'éther ne convertit point la fibrine, le tendon, la gélatine en matière grasse.

132. En général, il dissout encore mieux que l'alcool les principes immédiats inflammables.

133. L'éther n'a point une énergie aussi grande que l'alcool pour enlever l'eau aux principes immédiats qu'il ne dissout point, et pour dissoudre les corps solubles dans l'eau.

Sels et éther.

134. L'éther agit sur les sels à la manière de l'eau et de l'alcool; mais, sur la même espèce de sel, son action peut être inverse de celle de l'eau et différente de celle de l'alcool.

§ III. *Des résultats qu'on obtient en faisant réagir les dissolvants neutres sur des principes immédiats qui sont combinés en proportion indéfinies ou simplement mélangés.*

135. Dans le cas où les principes immédiats organiques qu'on veut séparer sont neutres, et où on les traite par l'eau, l'alcool ou l'éther, il est très rare qu'on les isole complètement l'un de l'autre par cette seule opération. Supposons qu'on ait un composé AB, que A soit soluble dans un dissolvant D, tandis que B n'y soit pas soluble. En faisant réagir D sur AB, on aura généralement, 1° une dissolution de A + une petite proportion de B; 2° un résidu formé du reste de B + une petite proportion de A. Ce ne sera qu'en faisant rapprocher la dissolution que, par la force de cris-

tallisation, A pourra être séparé de B ; soit que A cristallise, et qu'il reste dans la liqueur un composé de A et de B, soit que la plus grande partie de B se dépose avec une petite portion de A, et qu'il reste un liquide qui donnera des cristaux de A purs ou presque purs.

136. Lorsqu'on a un composé AB dans lequel B est en petite quantité, et qu'on peut faire agir deux dissolvants D et D', dont l'un D dissout A à l'exclusion de B, et dont l'autre D' dissout B à l'exclusion de A, c'est en général par le dissolvant D qu'il faut traiter le composé AB, par la raison que la grande quantité de A dans le composé AB s'opposerait à l'action du dissolvant D' sur B. Il faut cependant observer que cette règle n'est pas générale ; car si l'affinité de A pour B était extrêmement faible, ou si, au lieu de former le composé AB, les deux substances étaient simplement mélangées, il serait avantageux de traiter les matières par D'.

137. Il y a une autre manière de traiter le composé AB, dont je dois parler. AB est soluble dans le liquide D : B est soluble dans le liquide D', et A y est insoluble. On dissout AB dans D, et on précipite A en mêlant la solution concentrée avec le liquide D'. C'est de cette manière qu'on parvient à séparer, le mieux qu'il est possible, une petite quantité de sucre unie à beaucoup de gomme.

Après avoir dissous la combinaison dans un peu d'eau, on la mêle avec de l'alcool, et on a soin d'agiter le mélange. La gomme est précipitée, et le sucre reste dans l'alcool aqueux avec très peu de gomme.

§ IV. *Des dissolvants acides et alcalins.*

138. On ne doit employer en général les dissolvants acides ou alcalins qu'avec circonspection; cependant, lorsqu'il s'agit d'isoler des acides ou des bases salifiables, on peut employer des dissolvants doués de la propriété antagoniste de celle du corps qu'on se propose d'isoler. Par exemple, pour analyser l'adipocire, qui est principalement formée d'acides margarique et oléique, je me suis servi de l'eau de potasse; mais avant d'en faire usage je m'étais assuré que l'adipocire n'éprouve aucun changement dans ses propriétés, lorsqu'on la fait bouillir avec cet alcali et qu'on l'en sépare ensuite au moyen d'un acide aqueux. C'est au moyen d'une base salifiable et d'un acide qu'on parvient à préparer les alcalis végétaux; mais alors on néglige les espèces organiques neutres qui les accompagnent, au moins dans la portion d'extrait végétal d'où l'on sépare ces alcalis. En résumé, les acides et les alcalis s'emploient dans l'analyse organique comme réactifs propres

à éliminer par affinité élective des corps qui leur sont analogues plutôt qu'ils ne s'emploient comme dissolvants ; c'est ce que je vais principalement examiner dans le chapitre suivant.

CHAPITRE VIII.

USAGE DES ACIDES, DES BASES SALIFIABLES ET DES SELS
POUR SÉPARER PAR VOIE DE PRÉCIPITATION DES PRIN-
CIPES IMMÉDIATS LES UNS DES AUTRES.

139. J'ai parlé de l'usage des acides et des bases salifiables comme dissolvants ; dans ce chapitre je traiterai de l'emploi des acides, des bases et des sels pour précipiter certains principes immédiats à l'exclusion d'autres principes qui sont dissous avec les premiers dans un liquide. Il peut se présenter trois cas très distincts de précipitation.

140. Un liquide neutre, de l'eau par exemple, Premier cas.
tient en dissolution plusieurs espèces de principes immédiats, dont une ou quelques unes seulement ont besoin pour être tenues en solution d'être unies à un acide ou à un alcali contenus dans ce liquide ; tandis que les autres espèces sont encore solubles dans le même liquide, après que l'acide ou l'alcali qui s'y trouvent ont été neutralisés par une base salifiable ou par un acide : on pourra employer cette dernière base salifiable ou ce dernier acide pour l'analyse immédiate du liquide.

Deuxième
cas.

141. Un liquide tient en dissolution plusieurs espèces de principes immédiats ; les uns forment avec un acide **A**, ou une base salifiable **B**, des composés insolubles ; tandis que les autres ne sont pas précipités de leur solution par les mêmes réactifs : on pourra employer l'acide **A**, la base **B**, pour l'analyse immédiate du liquide, ou bien encore un sel formé d'acide **A** ou de base **B**.

Troisième
cas.

142. Un liquide tient plusieurs substances en dissolution ; lorsqu'il est saturé d'un sel neutre, il ne peut plus retenir qu'un certain nombre de ces substances ; on peut donc par l'addition d'un sel qui ne se décompose pas précipiter seulement quelques unes des substances dissoutes.

ARTICLE I^{er}.

Premier cas.

143. Quand un liquide tient en dissolution un sel neutre dont la base est insoluble ou peu soluble dans l'eau, ou un sel insoluble qui est dissous par un excès d'acide, on peut employer un alcali pour précipiter la base ou le sel. C'est ainsi qu'on sépare au moyen de la magnésie beaucoup d'alcalis végétaux des acides auxquels ils sont unis ; c'est ainsi que l'on peut précipiter par l'ammoniaque des phosphates de chaux et de magnésie. A ce

sujet je remarque que la présence de certaines matières peut changer l'action de l'ammoniaque : par exemple j'ai observé souvent que des liqueurs végétales qui contiennent de l'acide phosphorique, de la chaux, de la magnésie et des principes organiques, laissent déposer du phosphate ammoniac-magnésien, et retiennent en dissolution de la chaux et de l'acide phosphorique, lorsqu'on les neutralise par l'ammoniaque.

144. Il existe quelques liquides alcalins qu'on neutralise par un acide pour en précipiter une substance qui est dissoute dans l'alcali, telle est la bile, suivant M. Thenard. Mais il faut éviter, dans ces précipitations, de mettre un excès d'acide qui pourrait déterminer un précipité par une action toute différente de celle qu'il exerce, lorsqu'il n'y en a que la quantité suffisante pour neutraliser l'alcali.

ARTICLE II.

Deuxième cas.

145. Ce cas est précisément l'inverse de ce qu'on fait, lorsqu'on se sert d'un dissolvant T pour séparer, d'une matière composée AB, A qui est soluble dans T, et B qui ne s'y dissout pas ; en effet, dans le cas qui va nous occuper, on a une

matière composée de A et de B qui est dissoute dans un liquide T ; A forme avec un acide ou une base D un composé insoluble dans T ; on se propose d'employer D pour séparer A de B. Énonçons maintenant les conditions nécessaires pour que la séparation soit exacte ; il est évident qu'il faudra ,

1° Que le composé A D , soit absolument insoluble dans T ;

2° Que B soit soluble dans T à l'état libre ou en combinaison avec D ;

3° Que le composé A D n'ait aucune affinité avec B ou avec le composé B D.

146. Or, ces conditions étant extrêmement rares, pour ne pas dire impossibles à rencontrer, il s'ensuit que, dans la plupart des cas où l'on emploie des précipitants, il n'est guère possible de faire des analyses exactes en se bornant à une simple précipitation, surtout lorsque A et B sont eux-mêmes formés de plusieurs espèces de principes organiques immédiats.

EXEMPLES.

(a) *Usages des bases salifiables, des sous-carbonates.*

147. Un liquide aqueux provenant d'une matière organique est plus ou moins acide ; on veut

découvrir la nature de l'acide ou des acides qu'il contient; on emploie souvent pour cet objet le sous-carbonate de chaux en excès. Il est convenable d'opérer à froid et d'essayer ainsi de neutraliser le liquide : quand il n'y a plus d'action, on doit filtrer et chercher si le résidu n'est que du sous-carbonate de chaux pur, car il pourrait être mêlé 1° d'un sel insoluble qui préexistait dans le liquide où il était tenu en dissolution par l'acide libre ; 2° d'un sel insoluble formé par la chaux du sous-carbonate et un acide qui était contenu dans le liquide. Quant à la liqueur filtrée ; on la fait chauffer ; si elle contient du citrate de chaux, ou quelque autre sel moins soluble à chaud qu'à froid, il se précipite ; s'il y a du malate de chaux, il reste en dissolution.

148. On peut employer les sous-carbonates de strontiane, de baryte et même celui de plomb, au lieu du sous-carbonate de chaux. On peut encore se servir des eaux de chaux, de strontiane et de baryte, dans le cas où l'on n'aurait pas beaucoup de liquide à neutraliser, et où des essais préliminaires auraient annoncé que ces bases ne précipitent pas de quantités bien notables des matières colorantes qui peuvent se trouver dans le liquide.

149. J'ai employé avec un grand avantage le massicot pour précipiter certaines matières colo-

rantes, telles que l'hématine, et constater la nature des matières qui restent dans le liquide. M. Gay-Lussac a pareillement fait usage du même oxyde pour démontrer que l'alcool est tout formé dans le vin. En général, lorsqu'il y a dans un liquide plusieurs substances précipitables par le masicot, ce réactif est employé plutôt pour obtenir les substances qu'il ne précipite pas que pour obtenir celles qui s'y unissent.

150. Le peroxyde et le protoxyde d'étain, l'alumine à l'état gélatineux, servent à précipiter des matières colorantes.

151. L'ammoniaque et la magnésie, ayant plus d'affinité à froid pour les acides que n'en ont les alcalis végétaux, sont employés pour isoler ces alcalis des acides auxquels ils sont unis. Si l'on opère avec l'ammoniaque, on la verse dans les liquides qui contiennent les alcalis : si l'on opère avec la magnésie, on la fait digérer soit dans ces liquides, soit dans de l'eau où l'on a mis les extraits végétaux qui contiennent les alcalis qu'on veut séparer ; quand on juge que l'action est terminée, on filtre la liqueur, et on traite le précipité lavé à l'eau froide avec de l'alcool bouillant qui dissout les alcalis organiques ; on doit rechercher ensuite dans le résidu s'il n'y a pas avec l'excès de magnésie quelques sels provenant, 1° de ce que la

magnésie, en neutralisant un liquide acide, a déterminé la précipitation d'un sel insoluble, qui était dissous par un acide libre; 2° de ce que la magnésie a formé elle-même un ou plusieurs sels insolubles avec des acides contenus dans les matières végétales qu'on a traitées.

152. Dans tous les cas où l'on applique une base salifiable à une matière organique, il est nécessaire de rechercher s'il y a une absorption d'oxygène occasionnée par l'alcalinité (100), en essayant si un mélange des corps qui sont soumis aux expériences, mis dans une petite cloche sur le mercure et exposé à la même température que celle où l'on opère, absorbe l'oxygène de l'air contenu dans la cloche. L'absorption peut avoir lieu par l'influence de la base salifiable qui sert de réactif, par l'influence d'une base salifiable minérale qui était dans la matière organique unie à quelque acide, et qui a été ensuite mise à nu par la base qui sert de réactif. Plus cette dernière et la base minérale déplacée sont solubles dans l'eau et énergiques, plus l'absorption d'oxygène est grande.

(b) *Usages des sels.*

153. Je commence par traiter de l'emploi des acétates de plomb, parce que, de tous les sels employés comme réactifs dans l'analyse organique immédiate, ce sont ceux dont l'usage est le plus

fréquent; et en outre, quand on connaît les effets qu'ils peuvent produire, il est facile de se faire une idée de l'action des sels solubles dans l'eau qui ont une composition analogue, c'est-à-dire qui sont formés d'une base insoluble et d'un acide soluble dans le même liquide.

154. L'acétate de plomb peut précipiter,

1° *Du chlore*; 2° *des acides inorganiques*, tels que le sulfurique, le phosphorique, etc.; 3° *des acides organiques*, tels que le tartrique, le citrique, etc.; 4° *des principes colorants*; 5° *quelques substances non azotées incolores*; 6° *quelques substances azotées incolores*.

Il peut rester en dissolution,

1° *Des substances telles que, des sucres de la mannite, de la gomme arabique, du sucre de lait, de l'urée*; 2° *des bases salifiables organiques et inorganiques*, qui étaient unies aux acides qui ont été précipités par l'oxyde de plomb; ces bases salifiables sont unies dans la liqueur à l'acide acétique; 3° *de l'acide acétique libre* provenant de l'acétate de plomb qui a été décomposé, (a) par des acides libres contenus dans la liqueur organique, (b) par des principes immédiats neutres qui n'étaient point unis à des bases salifiables dans la liqueur organique; 4° *enfin des substances de la même nature que celles qui se sont précipitées avec l'oxyde de plomb*; elles sont restées en dissolution dans l'a-

cide acétique libre. Ces dernières substances se précipitent, en général, quand on fait évaporer l'excès d'acide acétique et l'eau du liquide qui a été traité par l'acétate de plomb.

155. Il y a des cas où il est avantageux de ne pas précipiter par l'acétate de plomb tout ce qui serait susceptible de l'être, s'il ne restait point d'acide en excès; tandis qu'il en est d'autres où il faut précipiter le plus possible de matière; alors, au lieu de se servir d'acétate de plomb neutre, on emploie le sous-acétate de plomb: c'est ce qu'on fait par exemple lorsqu'on veut séparer la totalité d'un principe colorant, etc., d'une grande quantité de matière non précipitable par l'oxyde de plomb; le sous-acétate de plomb agit dans cette circonstance à la manière du charbon animal.

156. Il est bon de savoir qu'il existe des principes immédiats qui sont inégalement disposés à se précipiter par l'acétate de plomb. Par exemple, quand on ne verse qu'une petite quantité d'acétate ou même de sous-acétate dans la plupart des infusions de matières végétales et des suc végétaux, qui contiennent des principes colorants jaune, rouge ou brun, et une matière azotée, on obtient un précipité dans lequel la matière azotée et les principes colorants rouge ou brun sont dans une proportion plus grande, relativement au principe

jaune, qu'ils ne l'étaient dans la liqueur. En versant de nouvel acétate dans la liqueur filtrée, on obtient un second précipité qui contient une proportion de principe colorant jaune plus forte que celle contenue dans le premier. Pour observer la différence de ces deux précipités, il faut agiter la liqueur au moment où l'on y ajoute l'acétate de plomb; car dès que le sel est en contact avec elle, il se produit un précipité semblable à celui qu'on obtiendrait si l'acétate était employé en excès; ce n'est que par l'agitation que les matières les moins précipitables qui se sont fixées à l'oxyde de plomb sont redissoutes et remplacées par des matières plus disposées à se précipiter: de même qu'en versant un peu de potasse dans une dissolution neutre d'oxyde noir de fer, le précipité qu'on obtient d'abord est vert; mais par l'agitation le protoxyde de fer qu'il contient étant plus soluble dans l'acide que ne l'est le peroxyde, il est redissous et il précipite en même temps une quantité correspondante de peroxyde.

157. Les sels à bases insolubles, tels que les hydrochlorates d'étain, les sels à base d'alumine, se comportent comme l'acétate de plomb, ou d'une manière analogue. Quand on précipite par ces sels des infusions qui sont très riches en principes colorants, on obtient des précipités qui peuvent être considérés comme des *soussels* + *des principes co-*

lorants ; et il reste dans les liqueurs , si les sels précipitants n'ont pas été employés en excès , des matières qui peuvent être considérées comme des *acides + des sels neutres + des principes colorants* ; en soumettant les précipités à l'action de l'eau bouillante , on finit par les réduire à des composés *de bases et de principes colorants*.

158. On voit que les sels à bases insolubles qui agissent comme *précipitants* ne peuvent guère donner des résultats simples, lorsqu'on les emploie pour précipiter une liqueur qui contient un certain nombre d'espèces organiques en dissolution ; c'est pourquoi , lorsqu'on a fait usage par exemple d'acétate de plomb dans une analyse , il faut étudier avec soin les matières du précipité , après qu'on a séparé l'oxyde de plomb de ce dernier , soit par l'acide sulfurique , soit par l'acide hydrosulfurique. L'avantage qu'il y a à étudier les matières précipitées par l'oxyde de plomb , lors même qu'elles sont formées de plusieurs espèces , c'est qu'elles ne sont point mêlées à des sels de potasse et de soude , comme elles pouvaient l'être dans les liqueurs qu'on a précipitées.

ARTICLE III.

Troisième cas.

159. Le cas où il est possible de séparer des prin-

cipes immédiats par l'affinité d'un sel qui forme avec un liquide une solution incapable de retenir certains principes à l'exclusion des autres, se présente très rarement ; et quelques *procédés d'analyse* fondés sur cette action, qui ont été proposés par divers chimistes, ne m'ont rien donné de satisfaisant : ainsi je n'ai pu précipiter le tannin de l'infusion de noix de galle au moyen du sulfate de soude anhydre, du chlorure de calcium, etc.

CHAPITRE IX.

MANIÈRE DE DÉTERMINER LA PROPORTION DE L'EAU CONTENUE DANS LES MATIÈRES ORGANIQUES.

160. On peut estimer la quantité de l'eau contenue dans les matières organiques de deux manières : 1° en les exposant au vide séché par l'acide sulfurique concentré ; 2° en les plaçant dans une capsule ou dans une boîte chauffée par l'eau bouillante. Dans les deux cas , il faut que les matières soient réduites au plus grand état de division possible , et qu'elles soient distribuées en couche mince , afin que la température soit la même dans toute l'épaisseur de la couche.

161. Ayant desséché comparativement un grand nombre de matières organiques par le vide sec , à la température de 20 à 25°, et par leur exposition dans une capsule mince et couverte , qui flottait dans un bain d'eau bouillante , j'ai observé que par le premier moyen de dessiccation , on enlève sensiblement plus d'eau aux matières organiques que par le second ; c'est ce que prouvent les résultats suivants :

CENT PARTIES	PAR LE VIDE SEC.	PAR LA CHALEUR. †
De tendon de bœuf ont donné	49,61 p. de résidu	50,56 p. idem.
— d'éléphant	45,56	45,06
tissu jaune de bœuf	44,53	45,44
ligament	23,20	25,00

162. Le vide sec a un grand avantage sur l'autre moyen, c'est qu'il ne fait pas éprouver aux matières qu'on y expose les changements que j'ai rapportés à la cuisson (110). Pour s'en convaincre, il suffit de se rappeler les phénomènes que présente l'albumine du blanc d'œuf desséchée par les deux procédés. L'albumine qui a été exposée dans le vide sec reproduit du blanc d'œuf liquide, lorsqu'on y ajoute l'eau qu'elle a perdue, tandis qu'en ajoutant à l'albumine séchée à 100° la proportion d'eau qu'elle a perdue, on a une matière semblable au blanc d'œuf cuit. Ce résultat est d'une grande importance pour l'analyse organique, surtout si on y rattache l'observation que j'ai faite, relativement à l'égalité de poids des résidus qu'on obtient en faisant sécher dans le vide sec deux portions égales d'albumine extraites d'un même œuf, l'une de ces portions ayant été préalablement coagulée par la chaleur, l'autre portion ne l'ayant point été.

† Les matières exposées au bain-marie bouillant étaient chauffées jusqu'à ce qu'elles ne perdissent plus rien après avoir été tenues à cette température pendant une demi-heure.

163. Sans doute que les moyens de dessiccation que je viens d'indiquer ne donnent pas toujours des matières absolument sèches ; mais on peut considérer une matière qu'on a séchée comme ayant été amenée à un état constant, ou à peu près constant, lorsqu'on a déterminé avec soin les circonstances où l'on a opéré la dessiccation de cette matière, c'est-à-dire quand on a pris cette matière dans un grand état de division, qu'on a noté ce qu'elle a perdu d'eau pendant le temps qu'elle est restée exposée au vide sec à une température connue, et surtout quand on s'est assuré que son poids restait le même ou à peu près le même après une dernière exposition dans le vide sec de 50 heures ou plus.

CHAPITRE X.

MANIÈRE DE RECHERCHER LES ESPÈCES QUI CONSTITUENT UNE MATIÈRE ORGANIQUE DONT ON VEUT FAIRE L'ANALYSE IMMÉDIATE.

164. Puisque nous sommes loin de connaître toutes les espèces de corps qui constituent immédiatement les êtres organisés (83), puisque les procédés à suivre pour isoler les mêmes matières l'une de l'autre peuvent varier d'après les proportions où ces matières sont unies (135, 136, 137), il en résulte nécessairement que l'état actuel de la science ne permet pas de donner une formule générale d'analyse organique immédiate. Cependant, comme il y a quelque chose de commun dans la marche qu'il faut suivre pour réduire en ses principes immédiats une matière organique quelconque, je vais tracer la méthode qui me paraît la plus propre à conduire à ce but; j'aurai d'autant moins de peine à le faire, que les éléments de cette méthode ont été examinés chacun en particulier dans les chapitres précédents.

165. Avant d'entreprendre l'analyse immédiate

d'une matière organique, il est indispensable de se livrer à des essais de deux genres : les uns ont pour objet de reconnaître les espèces qui peuvent composer cette matière, et les autres de déterminer si les instruments d'analyse qu'on se propose d'employer sont capables d'altérer la composition élémentaire des principes immédiats dans les circonstances où l'on veut opérer leur séparation.

166. On commencera par déterminer la proportion de l'eau contenue dans la matière à analyser ; pour cela on en exposera quelques grammes dans le vide sec ; si la matière est humide, on pourra commencer par la dessécher à l'air. On fera une nouvelle détermination de l'eau en exposant la même quantité de matière à une température de 100° ; il faudra, lorsque la matière sera liquide, observer si elle se coagule, si elle laisse déposer quelque chose par la concentration ; dans tous les cas, il faudra ajouter aux deux résidus la quantité d'eau que chacun a perdue, pour savoir s'ils sont identiques, ou si celui qui a été exposé à la chaleur a éprouvé le changement que produit la cuisson dans certaines substances.

Détermination
de l'eau.

167. On déterminera, par l'incinération dans un petit creuset de platine, la quantité de cendre que donnera la matière séchée. Si la cendre est abondante, il faudra reconnaître la proportion de sous-

Détermination des
substances
inorganiques

carbonate, de sousphosphate, de sulfate de potasse ou de soude, de chlorure de potassium ou de sodium qu'elle cédera à l'eau; il faudra en outre reconnaître les proportions de la chaux, de la magnésie, des oxydes de fer et de manganèse, etc., contenus dans le résidu insoluble dans l'eau. Si l'on obtient du phosphate de potasse, il est nécessaire de recommencer l'opération; pour cela on réduira la matière en charbon dans un creuset fermé et placé au milieu d'un bain de sable, on lessivera le charbon avec de l'eau, puis on l'incinérera. En opérant autrement, il pourrait arriver qu'on obtiendrait un phosphate soluble, par la réaction de la potasse ou de la soude sur des phosphates de chaux et de magnésie. Si l'acide sulfurique existe, et qu'on veuille en déterminer exactement la proportion, il faudra ne pas conclure sa quantité d'après celle qu'on aura trouvée dans la cendre, mais la déterminer en précipitant par le nitrate de baryte l'extrait soluble dans l'eau de la matière organique: en incinérant le précipité après l'avoir mêlé avec du nitrate de baryte, puis en traitant le résidu par l'acide nitrique, le sulfate de baryte ne sera pas dissous. L'incinération fera connaître s'il existe, dans la matière à analyser, des acides organiques unis à l'état salin avec des bases inorganiques. Celles-ci se trouveront dans la cendre à l'état caustique ou à celui de sous-carbonate. Mais cette conclusion ne pourra être admise qu'autant qu'on re-

connaîtra, par des expériences ultérieures sur une autre portion de la matière à analyser, 1° l'absence des nitrates, ou qu'après en avoir déterminé la quantité, si ces sels existent, on trouve qu'elle ne suffit pas pour représenter la quantité des bases caustiques ou carbonatées fournies par l'incinération; 2° l'absence des carbonates, ou, si ces sels existent dans la matière, que leur quantité est inférieure à celle des bases trouvées dans les cendres à l'état caustique ou à celui de carbonate.

168. Après ces essais, il faudra reconnaître 1° la couleur de la matière organique; 2° sa propriété de conduire ou de ne pas conduire l'électricité; 3° sa saveur; 4° son action sur le tournesol; 5° son action sur les différents organes de l'économie animale; en un mot, on devra profiter de toutes les connaissances acquises sur les propriétés de la matière, et chercher soi-même à en augmenter le nombre.

Détermination des substances organiques.

169. Il faudra voir si la matière est entièrement soluble dans l'éther, l'alcool et l'eau: si elle laisse un résidu dans l'un ou l'autre de ces liquides, on devra le soumettre à l'action de l'alcool, de l'eau, en supposant que l'éther ait été employé en premier lieu. Enfin, il faudra mettre le résidu indissous par l'éther, l'alcool et l'eau, lorsque ces liquides auront agi successivement, en contact avec l'acide hydrochlorique, l'acide nitrique, l'eau de potasse, etc.

170. On examinera ensuite chacun des extraits aqueux, alcoolique et éthéré.

171. On fera différents essais sur l'extrait aqueux. 1° Au moyen de la magnésie, on cherchera s'il y a une base salifiable de nature organique. 2° Au moyen du massicot ou de l'acétate de plomb, on cherchera à le réduire en partie en matière précipitée, et en partie en matière soluble. On examinera celle-ci après l'avoir soumise à un courant d'acide hydrosulfurique; on examinera ensuite la matière précipitée, après l'avoir délayée dans l'eau et soumise à un courant d'acide hydrosulfurique. Les deux sortes d'extraits aqueux qu'on aura obtenus de cette manière devront être examinés avec soin. L'extrait venu du précipité devra être neutralisé par des bases salifiables, parceque vraisemblablement il contiendra des acides.

172. On fera des essais sur les extraits alcoolique et éthéré. On cherchera surtout à en séparer des matières cristallisables.

Précautions
à prendre.

173. En prenant les précautions suivantes, on arrivera certainement à des résultats bien différents de ceux qu'on obtient généralement dans les analyses organiques immédiates; ces précautions sont fondées sur ce que j'ai dit dans les chapitres précédents au sujet de l'influence que la

température , l'oxygène atmosphérique , les réactifs peuvent avoir pour altérer les espèces organiques qu'il s'agit de séparer.

1° Toutes les fois qu'un liquide a de l'action sur une substance organique aux températures ordinaires , il faut éviter de le faire agir à des températures plus élevées.

2° Si un liquide n'a pas d'action bien marquée à de basses températures sur une substance, il est préférable de le faire agir dans le digesteur distillatoire , au lieu de le faire bouillir sur la substance dans un matras où l'air pénètre.

3° Toutes les évaporations doivent être faites dans une étuve à la température de 45° au plus ; et si on aperçoit quelques signes d'altération , il faudra les faire dans le vide ou dans des atmosphères très raréfiées.

4° En général , on ne doit employer les précipitants qu'après avoir essayé de séparer d'un extrait tout ce qu'il est possible d'en séparer par la cristallisation et par les dissolvants.

5° Dans tous les cas , il est nécessaire de mettre les matières sur lesquelles on opère dans une cloche de verre contenant de l'oxygène , et reposant dans un bain de mercure ; les matières doivent être placées d'ailleurs dans les circonstances où elles se trouveront pendant qu'on procédera à

3.

leur analyse. On verra par ce moyen si l'oxygène atmosphérique peut exercer quelque action sur elles.

Ce qu'il faut
faire quand
on a terminé
l'analyse
d'une
matière
organique.

174. Supposons maintenant qu'on ait fait l'analyse d'une matière organique ; il faut comparer le poids des produits de l'analyse avec celui de la matière analysée, et ensuite comparer les propriétés de ces produits avec celles qu'on a reconnues à la matière par des essais préliminaires. Cette comparaison mérite d'être développée avec quelques détails.

175. Lorsqu'on examine les composés organiques sous le rapport de leur composition immédiate, on ne peut se flatter d'avoir atteint le but qu'on s'était proposé qu'après être parvenu à expliquer les propriétés de ces composés, en démontrant, ou qu'elles appartiennent à des principes immédiats qui les manifestent au plus haut degré quand ils sont isolés, ou qu'elles appartiennent non pas à un principe immédiat en particulier, mais à plusieurs qui sont combinés ensemble de telle sorte que ces propriétés sont le résultat d'une combinaison et non l'apanage d'un des principes immédiats de la combinaison. Dans ce dernier cas, les propriétés que l'on considère, loin de se manifester avec plus d'intensité dans un des principes immédiats que l'on a isolés, s'évanouis-

sent tout-à-fait, tandis que le contraire a lieu dans le premier cas.

176. On retrouve la couleur, la saveur, l'odeur Premier cas. que la matière examinée pouvait avoir, concentrées dans une espèce ou plusieurs espèces de principes immédiats. Il en est de même, et des propriétés chimiques telles que la manière d'agir sur les réactifs, la manière de se comporter au feu, et des propriétés organoleptiques autres que la saveur et l'odeur; l'espèce ou les espèces de principes immédiats qui possèdent ces propriétés les manifestent avec plus d'intensité que la matière analysée.

177. Lorsque des propriétés remarquables ne se retrouvent point dans les résultats de l'analyse, il faut rechercher si elles n'appartiendraient pas à une substance volatile qu'on n'aurait pas recueillie; si cette recherche est vaine, il faut examiner si la disparition des propriétés tiendrait à une altération que la matière analysée aurait éprouvée, soit de la part des réactifs, soit de quelque circonstance accidentelle, soit de ces deux causes réunies.

178. Ce n'est qu'après avoir fait ces recherches Deuxième cas. (177) qu'on peut se proposer de résoudre cette question : *Quels sont les principes immédiats qui par leur union mutuelle forment un composé doué des propriétés dont on veut découvrir l'origine.* Il est vi-

sible que la question sera résolue si, en réunissant les espèces de principes immédiats qu'on aura séparées, on obtient un composé qui manifeste les propriétés appartenantes à la matière analysée, propriétés que ne possèdent pas ces espèces quand elles sont isolées l'une de l'autre.

CHAPITRE XI.

MANIÈRE DE DÉTERMINER SI UNE MATIÈRE ORGANIQUE
DOIT ÊTRE CONSIDÉRÉE COMME UNE ESPÈCE.

179. Ainsi que je l'ai dit, *un composé organique est considéré comme un principe immédiat, lorsqu'on ne peut en séparer plusieurs sortes de matières sans en altérer évidemment la nature* (26). Mais les principes immédiats organiques étant presque toujours des composés ternaires ou quaternaires, et leurs éléments ayant une disposition marquée à former des combinaisons plus simples que celles qu'ils constituent actuellement, il est souvent difficile de s'assurer si une *substance organique* doit être considérée comme une espèce, soit un principe immédiat, soit une combinaison en proportion définie de deux ou plusieurs principes immédiats; ou bien si elle doit l'être comme une réunion, soit de corps unis en proportion indéfinie, soit de corps simplement mélangés. En effet, les moyens énergiques si propres à dévoiler la nature des matières minérales sont exclus de l'analyse organique immédiate; et s'il est nécessaire de soumettre la *substance organique* qu'on examine à l'action de corps susceptibles de s'y combiner, afin de savoir si dans

les combinaisons qu'elle produit elle agit en conservant toutes les propriétés qu'elle avait avant la combinaison, il faut que ces corps ne puissent changer l'équilibre des éléments qui la forment. Cette condition limite extrêmement le nombre des réactifs qu'on peut employer : les acides et les alcalis n'étant susceptibles de l'être que quand ils sont étendus d'eau, et leur usage étant encore presque toujours borné au cas où l'on agit sur des principes immédiats doués de l'alcalinité ou de l'acidité, il ne reste guère à la disposition du chimiste que l'action du froid ou plutôt celle de la force de solidité des substances exposées à des températures plus ou moins basses, et l'action dissolvante de l'eau, de l'alcool et de l'éther. C'est à lui à tirer le meilleur parti de ces moyens d'analyse, en variant les circonstances où il place les corps qu'il cherche à décomposer (84).

180. Ces considérations étaient nécessaires, 1° pour donner une idée juste de la manière dont j'applique les dissolvants aux matières organiques, soit pour les réduire en plusieurs principes immédiats, soit pour savoir si une substance organique doit être considérée comme une espèce pure ou comme une réunion de plusieurs espèces ; 2° pour faire sentir toute l'importance que mérite le mode d'opérer que je propose, mode qui peut être exprimé en principe de la manière suivante :

On prend un poids déterminé d'une substance orga-

nique A, qui exige 100 parties d'un liquide B pour être dissous. On met ce poids avec 10 parties du liquide B. Lorsqu'on juge que la solution est saturée, on la décante, et on verse sur le résidu 10 parties de B. On obtient une seconde solution qu'on décante comme la première. On continue d'opérer ainsi jusqu'à ce que la substance A soit entièrement dissoute, ou jusqu'à ce qu'elle cesse de céder quelque chose au liquide B.

Enfin, on traite la substance A de la même manière par des liquides C, D, E, etc.

181. Il pourra se présenter deux cas.

182. Toutes les solutions que la substance A Premier cas. aura fournies avec un même liquide seront identiques, dès lors elle se sera comportée comme une espèce, soit de principe immédiat, soit de combinaison définie de deux ou plusieurs de ces principes; et la probabilité qu'on aura pour la considérer comme telle sera d'autant plus grande que la substance aura été soumise à l'action d'un plus grand nombre de dissolvants, et à l'action d'un même dissolvant dans un plus grand nombre de circonstances variées. Il restera à déterminer si la substance A est un principe immédiat ou une combinaison définie de principes immédiats. Parmi les combinaisons de cet ordre trouvées jusqu'ici dans les êtres organisés, on ne compte guère que des sels; il faudra donc essayer de réduire la substance

A en deux principes antagonistes, l'un doué de l'acidité et l'autre doué de l'alcalinité, en la soumettant à l'action de la pile voltaïque, ou à l'action d'un acide d'une base énergique, ou bien encore à celle d'un sel neutre. Si la substance A, traitée par ces procédés, conserve ses propriétés premières, on sera conduit à la considérer comme un principe immédiat. Si on se rappelle maintenant les expériences auxquelles on soumet les matières organiques qu'on veut réduire en leurs principes immédiats, on verra que si la substance A provient d'une analyse où l'on aura employé des précipitants alcalins, acides ou salins, on aura beaucoup de raisons pour la considérer comme un principe immédiat, et non comme un sel.

Deuxième
cas.

183. La substance A ne sera pas dissoute en totalité, ou, si elle l'est, toutes les solutions qu'elle aura données successivement ne seront point identiques; elles différeront par la proportion de la matière dissoute, par la couleur, par l'odeur, etc. Dans ce cas, la substance A ne sera pas un principe immédiat isolé: il faudra chercher à en séparer les principes immédiats, en soumettant les résidus des dissolutions partielles évaporées au même traitement que la substance A elle-même. Il restera à déterminer si la substance A doit être considérée comme une combinaison définie de deux ou de plusieurs principes immédiats, ou bien

comme une matière qui ne mérite point le nom d'espèce, parcequ'elle est ou une combinaison indéfinie, ou un simple mélange de deux ou plusieurs corps. Lorsque les corps en lesquels la substance A aura été réduite par l'action de l'eau, de l'alcool, de l'éther, ne seront pas doués de propriétés antagonistes, susceptibles de se neutraliser mutuellement plus ou moins exactement, on pourra presque toujours conclure que la substance A n'est pas une espèce.

184. On voit donc que dans la chimie organique, pour établir l'existence d'un principe immédiat comme espèce, on suit la même marche que dans la chimie inorganique lorsqu'on établit qu'un corps doit être considéré comme simple (14, 15). Il est évident que dans les deux cas la conclusion à laquelle on est conduit est celle de l'expérience, et qu'on ne la considère pas comme absolue, mais bien comme relative aux moyens employés. Toute la différence qu'il y a, c'est que dans l'analyse minérale les circonstances où les corps peuvent être placés sont beaucoup plus variées, et que non seulement on est maître de faire agir la chaleur et l'électricité avec toute l'énergie qu'on leur connaît pour dissocier les éléments de la matière, mais qu'avec leur action on peut faire encore concourir celle des affinités les plus fortes, telles que les affinités d'un comburant et d'un combustible, celles d'un acide et d'un alcali;

au lieu que dans l'analyse organique on ne fait guère agir que des dissolvants neutres à des températures peu élevées.

Généralité
de la
méthode.

185. Cette méthode, que j'ai publiée dans mes *Recherches sur les corps gras d'origine animale*, est applicable à l'essai des principes immédiats qui ne sont ni acides ni alcalins, ainsi qu'à l'essai de ceux qui sont doués de l'une ou de l'autre de ces propriétés. Les essais qu'on fait sur les principes immédiats acides ou alcalins sont plus multipliés que ceux qui peuvent être tentés sur les principes immédiats neutres, par la raison qu'en unissant une matière organique successivement à plusieurs bases si elle est acide, ou successivement à plusieurs acides si elle est alcaline, on multiplie ainsi les circonstances dans lesquelles on peut faire agir un même dissolvant sur une même matière.

Application
de la
méthode
pour isoler
trois acides
l'un
de l'autre.

186. C'est cette méthode que j'ai suivie dans mes analyses des corps gras; c'est par elle que je suis parvenu, au moyen de l'eau et de la force de solidité seulement, à isoler les unes des autres quatre espèces de sels, savoir: le butirate de baryte, le caproate de baryte, le caprate de baryte, le butirate double de baryte et de chaux, qui cristallise en octaèdres¹. Il est d'autant plus important d'appuyer

¹ Voyez mes *Recherches sur les corps gras d'origine animale*, 368 et suivants.

sur ce résultat, que si, après avoir décomposé par l'acide tartrique le savon de beurre délayé dans l'eau¹, et avoir retiré, par la distillation du liquide aqueux provenant de cette décomposition, un *produit acide* qui contient des acides butirique, caproïque et caprique, je m'étais borné à étudier ce *produit acide* sous les rapports de sa capacité de saturation, de la composition de son hydrate, de la nature et de la proportion de ses éléments; en un mot, si je l'avais étudié sous tous ces rapports comme de l'eau contenant un seul acide en dissolution, j'aurais eu des résultats conformes les uns aux autres, dont aucun n'aurait pu me faire soupçonner la coexistence de plusieurs espèces de corps doués de l'acidité dans le *produit acide*.

187. La méthode précédente est évidemment applicable au cas où l'on fait usage des dissolvants dans mon digesteur distillatoire.

188. Maintenant il me sera facile de faire voir que cette méthode, jointe aux considérations qui font l'objet des chapitres précédents, offre le double avantage dont j'ai parlé dans mon introduction, en exposant l'utilité d'une méthode pour reconnaître les espèces organiques :

Cette
méthode
a le double
avantage
dont
il a été parlé
dans
l'introduc-
tion.

¹ Voyez mes *Recherches sur les corps gras d'origine animale*, 601.

Premièrement. Elle engagera les jeunes chimistes qui la prendront pour guide à multiplier leurs essais, à en entreprendre auxquels ils n'auraient point pensé, et ces essais rectifieront leurs premières vues, ou donneront à ces vues un degré de certitude qu'elles n'auraient point eu sans cela. Ils apprécieront la valeur qu'ils doivent attacher aux indications de ce qu'on appelle *des réactifs*, soit pour caractériser une substance qu'ils auraient découverte, soit pour conclure l'identité avec une espèce connue d'une substance qu'ils auraient obtenue dans une analyse. Ils verront que dans le premier cas on ne doit donner l'action des réactifs pour caractère distinctif d'une nouvelle substance qu'autant que cette substance a été complètement isolée, et que dans le second on ne doit jamais conclure définitivement l'existence d'une espèce connue d'après l'indication de quelques réactifs seulement; il faut dans le second cas chercher à isoler cette substance, pour la soumettre à de nouvelles épreuves, et l'on ne doit jamais oublier que, plus il y a de substances mêlées dans la matière qu'on examine, plus on est exposé à être induit en erreur par les seules indications des réactifs. Les jeunes chimistes, une fois pénétrés de l'esprit de la méthode, sauront apprécier par eux-mêmes la justesse des critiques qu'on pourra faire de leurs travaux; ils distingueront celles qui seraient fondées, des objections insignifiantes; par exemple,

ils sont exposés à entendre dire qu'on ne peut mettre une matière organique en contact avec un réactif, sans dénaturer cette matière; qu'on n'a aucun moyen absolu de connaître la véritable nature des corps, de distinguer même les espèces avec une entière certitude, etc. Les objections de ce genre ne méritent pas qu'on s'y arrête, parcequ'elles sont fondées sur la prétention d'exiger dans les sciences d'observation et d'expérience une évidence qui ne peut appartenir qu'aux sciences mathématiques, prétention qui ne tend qu'à détruire toutes les sciences physiques, en rejetant la certitude qui leur est propre.

Deuxièmement. Les auteurs de traités de chimie, et les autres savants qui ont besoin des résultats de l'analyse organique immédiate pour leurs recherches, ou pour composer des traités généraux, verront si les résultats qu'ils veulent employer ont été soumis à des essais assez multipliés pour être suffisamment démontrés, et pour servir de base à des vues générales, à des théories. Toutes les fois qu'ils verront figurer dans des tableaux d'analyse *une substance grasse, une substance astringente, une substance extractive, une résine, une huile volatile, etc., etc.*, ils pourront apprécier si l'auteur de l'analyse a fait les expériences propres à constater que ces substances sont des principes immédiats purs; s'il a recherché à éviter les changements que la chaleur, l'oxygène, les réactifs, ont

pu apporter dans la nature des principes immédiats de la matière examinée. Si ces expériences et ces recherches n'ont pas été faites, loin de croire que *la substance grasse, la substance astringente, la substance extractive, la résine, etc., etc.*, représentent des espèces déterminées, ils seront au contraire conduits à penser, d'après ce que j'ai exposé au sujet de l'action des dissolvants (135) et de celle des précipitants (145, 146), que les substances précitées sont de véritables extraits, c'est-à-dire des matières qui ne présentent rien de fixe, et dont on ne peut connaître la nature que par une analyse ultérieure, parcequ'elles sont encore plus ou moins complexes. L'auteur ne sera excusable de n'avoir pas fait les essais dont je parle, que dans le cas où il n'aurait eu à sa disposition que de petites quantités de matière. Lorsqu'un chimiste annoncera l'existence d'une substance particulière, les savants ne pourront admettre cette substance au nombre des espèces qu'autant qu'elle aura été l'objet d'opérations semblables ou analogues à celles que j'ai prescrites dans ce chapitre. Si elle est acide ou alcaline, il aura fallu qu'elle ait été combinée avec un alcali ou avec un acide, et que le sel résultant de cette combinaison ait été soumis aux mêmes opérations.

De ce qu'il
convient
de faire
quand on a
des motifs de

189. Quelque soin qu'on ait apporté à isoler un principe immédiat de ceux auxquels il était uni dans la matière d'où on l'a extrait, il pourrait ar-

river qu'il retint encore une portion d'un ou de plusieurs de ces principes ; c'est pourquoi il est nécessaire de voir si d'après l'ensemble des faits il serait probable qu'on ne l'eût pas complètement isolé, même après l'avoir soumis à tous les moyens d'examen qui sont à notre disposition dans l'état actuel de la science. Par exemple :

soupçonner
que des
principes
immédiats
n'ont pas été
complète-
ment isolés
les uns
des autres.

1° La stéarine et l'oléine de graisse humaine donnent par la saponification, pour 100 parties,

	Stéarine.	Oléine.
Glycérine.	8,5.	9,80
Acide margarique fusible à 55 a.	80,0.	22,08
Acide oléique.	16,4.	73,92

Ne peut-on pas présumer que la stéarine et l'oléine, pures, donneraient seulement, la première de la glycérine et de l'acide margarique, la seconde de la glycérine et de l'acide oléique ?

2° La stéarine de mouton donne de la glycérine, des acides stéarique, margarique et oléique. Ne peut-on pas croire qu'à l'état de pureté elle ne donnerait que de la glycérine et de l'acide stéarique ?

3° Enfin la phocénine et la butirine ont donné par la saponification, pour 100 parties,

	Phocénine.		Butirine.
Glycérine	15,00	Glycérine	12,50
Acide phocénique sec	32,82	Acide { butirique } { caproïque } { caprique }	} 13,68
Acide oléique	59,00		
		Acide margar. f. à 55	16,90

Ne peut-on pas croire qu'à l'état de pureté la phocénine ne donnerait que de la glycérine et de l'acide phocénique, et que la butirine pure ne donnerait que de la glycérine et de l'acide butirique? Dans cette manière de voir, la butirine, telle que je l'ai obtenue, aurait contenu, outre de la stéarine et de l'oléine, deux autres espèces de principes immédiats caractérisés par la propriété de donner, l'une de la glycérine et de l'acide caproïque, et l'autre de la glycérine et de l'acide caprique.

190. Dans le cas dont nous venons de parler, on peut tirer des inductions importantes de l'action des acides. Je citerai, par exemple, celles qu'on peut déduire de l'action de l'acide nitrique. Lorsqu'une matière organique traitée par cet acide n'a donné qu'une très faible proportion soit d'une substance huileuse ou résineuse, soit d'une substance très soluble dans l'eau, il n'est point inutile de rechercher si la substance produite en petite quantité n'appartiendrait point à un principe immédiat qui

serait uni ou simplement mélangé avec un autre. C'est de cette manière que j'ai été conduit à considérer la subérine comme formée de deux espèces au moins, l'une de nature grasse et l'autre caractérisée par la propriété de donner de l'acide subérique avec l'acide nitrique : en effet, le liège lavé à l'eau donne à poids égal plus de matière résineuse et plus d'acide subérique que le liège non lavé, et en outre le liège lavé à l'eau et à l'alcool donne plus d'acide subérique et moins de matière résineuse que le liège lavé à l'eau. Il est d'autant plus important de prendre en considération les résultats de l'action de l'acide nitrique, que pour les principes immédiats qui sont insolubles dans les réactifs, comme le ligneux, la subérine, il n'y a guère en général d'autres caractères que ceux qui dérivent des propriétés appartenantes au cinquième groupe (56) : en outre, lorsqu'une matière organique traitée par l'acide nitrique a donné une substance plus combustible qu'elle, c'est une raison de présumer que cette substance provient d'une espèce de matière grasse mélangée avec une espèce d'une nature différente ; car l'acide nitrique en réagissant sur les espèces pures donne lieu en général à la formation de substances plus oxygénées ou moins combustibles que ne l'étaient les espèces avant d'être dénaturées : ainsi l'amidon, le sucre, sont changés en acide oxalique ; les stéarines, l'oléine, la cétine, la cholestérine, sont changées en matières solubles

dans l'eau. Cependant je ne prétends pas affirmer que jamais l'acide nitrique ne puisse déterminer une accumulation de matière combustible dans une portion seulement de la matière qui est soumise à son action.



CHAPITRE XII.

RÉSUMÉ DE LA PREMIÈRE PARTIE.

191. J'ai fait voir que la distinction des matières qui constituent les êtres organisés en composés organiques et en composés inorganiques peut être admise, parcequ'il existe un grand nombre de substances qu'on ne trouve que dans les animaux ou les végétaux, et qu'on ne peut produire par aucun procédé chimique dans l'état actuel de nos connaissances; mais regarder cette distinction comme absolue et invariable, serait contraire à l'esprit de la science, ce serait déclarer l'inutilité de toutes les tentatives qui auraient pour objet de faire des composés identiques ou analogues à ceux que nous regardons aujourd'hui comme particuliers aux êtres organisés : par exemple, qui peut assurer qu'en soumettant à de fortes pressions suivant le procédé de M. Perkins, des mélanges gazeux dont les éléments seraient entre eux dans les proportions où ces mêmes éléments constituent des espèces de principes immédiats, il n'en résulte rien d'avantageux pour la science? cependant ce serait l'affirmer, que de soutenir que la *vie* ou la

Objet
du chap. I^{er}.

force vitale peut seule produire des composés absolument distincts des composés inorganiques.

Objet
du chap. II.

192. Dans les sciences physiques, comme dans la langue usuelle, les mots *espèce*, *variété* et *genre* expriment des collections d'objets qui ont un certain nombre de propriétés communes, mais ces propriétés diffèrent dans chaque science suivant l'objet spécial dont elle s'occupe. Ainsi en minéralogie, suivant le système de Haüy, l'essence de l'espèce consiste dans la nature des éléments, dans leur proportion et dans la forme de la molécule intégrante que ces éléments constituent. En géognosie l'essence de l'espèce n'est pas aussi nettement définie, cependant il est évident qu'elle réside principalement dans les rapports de formation relative, et que la *composition* ne vient qu'ensuite pour distinguer les diverses parties des couches d'une même formation. Il est donc tout simple qu'une même espèce minéralogique, comme la chaux carbonatée, soit considérée pour ainsi dire comme plusieurs espèces géognostiques, relativement aux circonstances de sa formation.

193. La définition de l'espèce chimique prise dans les corps composés repose sur trois sortes de considérations, celle de la nature des éléments, celle de leur proportion, et enfin celle de leur arrangement: elle est l'expression pure des résultats

de l'expérience ; j'ai fait remarquer que les deux premières considérations sont bien mieux définies que la troisième. Si nous cherchons maintenant un *individu* qui représente l'espèce , nous le trouverons dans l'*atome composé* ; puisque nous ne pouvons pas concevoir la soustraction d'un de ses atomes élémentaires , ou seulement un simple dérangement de ces mêmes atomes , sans admettre la destruction de l'espèce. Mais les échantillons de substances, que nous considérons comme les plus purs et les plus rapprochés d'un type d'espèce, ne sont qu'un agrégat d'individus ou une collection d'individus d'une même espèce réunis par la force de solidité.

194. D'après la grande probabilité que nous avons en chimie de croire que les atomes composés identiques sont susceptibles de former des cristaux qui affectent deux formes primitives différentes , j'ai fait voir l'inconvénient qu'il y aurait à confondre la *molécule intégrante* de Haüy avec l'*atome composé* , puisqu'il s'ensuivrait que les mêmes atomes composés , en se groupant diversement , donneraient naissance à des espèces chimiques différentes , ce qui n'est pas admissible.

195. Si , en botanique et en zoologie , l'individu ou les deux individus de sexe différent qui appartiennent à une même espèce semblent plus prêts d'être type d'espèce que ne semble l'être l'agrégat

gat des individus d'une même espèce chimique, et que sous ce rapport il y ait quelque chose de plus précis pour les individus des êtres organisés que pour les échantillons des espèces chimiques ou minéralogiques, cependant il faut convenir qu'il y a une sorte de compensation, lorsqu'on vient à comparer la facilité avec laquelle on rattache les variétés d'une espèce minéralogique ou chimique à son espèce, à la difficulté qu'on éprouve en botanique et en zoologie, lorsque, voulant diminuer le nombre d'espèces des êtres organisés, on cherche parmi des espèces voisines un type d'où elles ont pu sortir, ou bien encore lorsque parmi des individus d'une même espèce on cherche les caractères du type de cette espèce.

Objet
du chap. III.

196. Après avoir défini l'espèce dans les principes immédiats organiques une collection d'individus identiques par la nature, la proportion et l'arrangement des éléments, desquels on ne peut séparer plusieurs sortes de matières sans en altérer évidemment la nature, après avoir dit que dans les combinaisons des principes immédiats on ne doit donner le nom d'espèces qu'à celles de ces combinaisons dont les principes immédiats sont en proportion définie, j'ai énuméré les propriétés principales qui appartiennent à ces deux ordres d'espèces organiques. Ces propriétés sont si nombreuses que je les ai rangées dans six groupes distincts, dont

quatre comprennent les propriétés purement chimiques, et les deux autres les propriétés physiques et celles que j'ai nommées organoleptiques. J'ai placé en premier lieu la composition, ou plutôt ce que l'analyse nous apprend sur la nature des éléments d'une espèce et leur proportion; parce que cette connaissance explique un assez grand nombre de propriétés chimiques. Sous le nom de propriétés physiques, j'ai réuni celles qui dépendent du mode d'agrégation des particules, et les propriétés reconnues par les organes de la vue et de l'ouïe; les propriétés chimiques autres que la composition forment trois groupes disposés dans l'ordre suivant. Le premier comprend les propriétés que présente l'espèce lorsqu'elle s'unit à un corps sans éprouver de changement sensible de composition, ainsi que cela arrive au sucre qui se dissout dans l'eau. Le second groupe renferme les propriétés que présente l'espèce lorsqu'elle perd un de ses principes ou une portion seulement, et que le reste de sa masse conserve la faculté de repasser à son premier état, quand les circonstances le permettent. La propriété qu'a un acide ou une base salifiable anhydres, de s'unir avec une base salifiable ou avec un acide, appartient au premier groupe; tandis que la propriété qu'a un acide ou une base salifiable à l'état d'hydrate, de s'unir avec une base salifiable ou un acide en perdant leur eau, appartient au second. Enfin, le troisième groupe comprend les

propriétés que présente l'espèce quand elle éprouve une altération assez profonde pour qu'elle ne puisse plus repasser à son premier état. On doit remarquer que ces groupes sont conformes à l'esprit de la chimie, qu'ils sont ordonnés par rapport à la composition, qui reste constante dans un cas, n'éprouve qu'un léger changement dans le second, et enfin se dénature plus ou moins complètement dans le troisième. On voit qu'en descendant du premier groupe au dernier on s'éloigne de plus en plus de ce qui est propre à l'espèce qu'on étudie, de sorte que, dans le dernier, des espèces très différentes d'ailleurs viennent, pour ainsi dire, se confondre par les résultats de leur décomposition. C'est ainsi que le sucre, la gomme arabique, l'amidon, le ligneux, soumis à la distillation sèche, à la combustion, donnent les mêmes produits, mais dans des proportions différentes.

197. Les propriétés organoleptiques, par le rapport immédiat qu'elles ont avec nos organes, sont d'une grande importance. Je les ai placées à la suite des autres, parceque des propriétés physiques et chimiques ont quelquefois une influence appréciable dans l'action d'une espèce sur les organes de notre corps : mais dans beaucoup de circonstances cette influence étant bien obscure, tandis que les effets produits par l'espèce sur les fonctions de l'économie animale sont des plus remarquables,

cette considération m'a déterminé à réunir toutes les propriétés organoleptiques dans un même groupe. Par ce moyen on peut décrire dans l'histoire chimique des espèces, des phénomènes dont les causes nous sont inconnues. Je pense que la description des effets qu'une substance composée de principes immédiats unis en proportion indéfinie exerce sur l'économie animale, rapportée dans un ouvrage de chimie, peut être une occasion de faire entreprendre des travaux propres à rechercher l'espèce de corps à laquelle il faut rapporter les effets de la substance. Enfin, les organes des animaux doivent être considérés dans beaucoup de cas comme des réactifs très sensibles. Ainsi M. Sertuerner a constaté qu'il avait séparé la morphine de l'acide méconique, d'après l'observation qu'il a faite que cet acide est inerte dans l'économie animale.

198. Enfin, les propriétés qu'on aura observées dans une espèce nouvellement découverte, distribuées dans les six groupes que j'ai établis, seront bien plus propres à guider les savants dans le jugement qu'ils voudront porter sur un nouveau travail, que la manière dont on expose généralement les propriétés qu'on a reconnues à un corps qu'on vient de découvrir.

199. Les principes immédiats organiques sont, en général, formés de trois ou quatre éléments, Objet
du chap. IV.

l'oxygène , l'azote , le carbone et l'hydrogène. Trois de ces éléments à l'état libre sont gazeux ; *une élévation de température* tend donc à affaiblir leur affinité mutuelle , et cette tendance est encore augmentée par les affinités qui sollicitent l'oxygène à s'unir avec le carbone et l'hydrogène pour former de l'acide carbonique et de l'eau , et par l'affinité qui sollicite l'azote à s'unir avec l'hydrogène pour former de l'ammoniaque. D'un autre côté , le carbone et l'hydrogène ne trouvant pas dans la matière organique assez d'oxygène pour se convertir en acide carbonique et en eau , ils ont de la *tendance à absorber celui de l'atmosphère* , et cette tendance est augmentée par l'élévation de la température , et par le *contact de l'eau* qui affaiblit la cohésion de leurs parties en les ramollissant ou en les dissolvant. Enfin , la présence de *certain réactifs* produit dans les éléments des matières organiques un nouvel état d'équilibre , les uns en cédant de l'oxygène , les autres en déterminant l'union mutuelle de l'oxygène et de l'hydrogène de la matière organique , etc. , etc.

200. C'est dans cette constitution des matières organiques et dans la nature de notre atmosphère que l'on trouve la cause principale des altérations qu'elles présentent à l'œil le moins observateur ; mais la disposition des matières organiques à prendre de nouvelles formes ne peut servir de caractère absolu pour les distinguer des composés inorga-

niques ; car la stabilité de composition qu'on attribue à ces derniers , dans les circonstances où les composés organiques s'altèrent , c'est-à-dire dans notre atmosphère aux températures de la surface de la terre , n'appartient réellement qu'à un certain nombre de composés inorganiques et non à tous ; ceux qui la présentent à un degré remarquable sont des corps brûlés soit par l'oxygène , soit par un comburant qui , à la température actuelle , a plus d'affinité pour le combustible auquel il est uni que n'en a l'oxygène ; leur stabilité ne tient donc qu'à ce que leurs éléments ont satisfait aux affinités les plus énergiques, qui les sollicitent dans les circonstances où ils sont placés.

201. Après avoir comparé les difficultés de l'analyse organique immédiate avec celles de l'analyse minérale, j'ai examiné en particulier l'influence de la chaleur et celle de l'oxygène atmosphérique sur la composition des principes immédiats des êtres organisés. Il est résulté de cet examen que la chaleur et l'oxygène atmosphérique agissant isolément ont une influence beaucoup plus limitée pour altérer les matières organiques que quand ils agissent simultanément ; qu'il en est de même de certains réactifs , l'acide sulfurique froid a une action altérante bien plus faible que l'acide sulfurique chaud ; les alcalis , agissant sur beaucoup de substances organiques sans le contact de l'air , s'y combinent

Objet
des chapitres
V et VI.

simplement sans troubler l'équilibre de leurs éléments ; mais le gaz oxygène est-il présent, les résultats ne sont plus les mêmes ; la partie combustible des substances organiques absorbe une quantité plus ou moins considérable de ce gaz, et l'absorbe plus ou moins rapidement suivant la nature respective des substances.

Objet
des chapitres
VII et VIII.

202. Les corps que l'on emploie dans l'analyse organique immédiate sont des *dissolvants* ou des *précipitants* : je les ai examinés successivement d'une manière générale.

203. J'ai distingué les dissolvants qui altèrent les matières avec lesquelles on les met en contact, des dissolvants qui ne les altèrent point : tout en donnant la préférence aux premiers, j'ai observé que tel dissolvant qui altère certaines matières plus ou moins profondément, et qui ne peut servir à en faire l'analyse, peut être employé avec avantage pour séparer des substances qu'il ne dénature point ; telle est l'eau de potasse chaude, avec laquelle j'ai analysé l'adipocire du gras des cadavres.

204. J'ai examiné particulièrement parmi les dissolvants neutres aux réactifs colorés, l'eau, l'alcool et l'éther. J'ai indiqué les principaux changements que les matières organiques sont susceptibles d'éprouver, de l'action simultanée de l'eau et de la chaleur ; et j'ai prouvé que l'alcool et l'éther ne

produisent pas de matières grasses lorsqu'on les met en contact avec des substances azotées. En remarquant en général que les matières très abondantes en oxygène sont particulièrement solubles dans l'eau, tandis que les matières abondantes en carbone et en hydrogène le sont dans l'alcool et dans l'éther, j'ai distingué les actions de ces deux liquides; en effet, l'affinité de l'alcool pour l'eau étant bien supérieure à celle de l'éther pour ce même liquide, il en résulte qu'en mettant une matière organique humide en contact avec l'alcool, celui-ci reçoit, de l'eau qu'il enlève à cette matière, une modification dans sa nature dissolvante, que ne recevrait pas l'éther, et il arrive souvent que les particules du résidu sont beaucoup plus rapprochées qu'elles ne l'auraient été si on eût traité la matière organique par l'éther: enfin l'alcool aqueux dissout mieux les matières abondantes en oxygène que ne le fait l'éther, tandis qu'il dissout moins bien que ce dernier les matières grasses.

205. J'ai insisté sur les résultats des analyses faites par les dissolvants; rarement ils sont des principes immédiats purs, lorsqu'ils n'ont pas été obtenus à l'état de cristaux.

206. J'ai traité ensuite de l'emploi des acides, des bases salifiables et des sels pour précipiter certains principes immédiats, à l'exclusion d'autres prin-

cipes qui sont dissous avec les premiers. J'ai fait voir que rarement on ne précipite qu'une seule espèce de principe immédiat lorsqu'il y en a plusieurs en dissolution. Je me suis étendu sur l'action des acétates de plomb dans l'analyse organique immédiate, parcequ'il est important de savoir comment la plus ou moins grande quantité d'acide acétique, qui est mise à nu par la combinaison de l'oxyde de plomb avec quelques principes immédiats qui se précipitent, peut modifier les résultats d'une analyse, et que l'action de ces sels est analogue à celle des autres sels solubles dans l'eau dont les bases sont insolubles.

Objet
du chap. IX.

207. J'ai distingué ensuite deux manières de sécher les matières organiques ; la première consiste à les exposer à une température de 100°, la seconde à les exposer dans le vide sec. La perte d'eau est à peu près la même dans les deux cas, mais la chaleur peut faire éprouver aux atomes de la matière organique des changements plus ou moins considérables dans leur arrangement, que le dessèchement par le vide sec ne produit point. Ces résultats sont bien sensibles pour l'albumine.

Objet
du chap. X.

208. Après avoir examiné en particulier chacun des objets qu'il est le plus important de considérer dans l'analyse organique immédiate, j'ai exposé en général la marche qu'il faut suivre lorsqu'on

veut analyser une matière organique ; cette marche est la conséquence de l'ensemble des considérations précédentes.

209. On détermine d'abord l'eau contenue dans la matière organique au moyen, 1° du vide sec ; 2° d'une température de 100° : on compare les deux résidus pour savoir si la chaleur a opéré quelque changement dans l'arrangement des atomes.

210. On détermine ensuite la proportion et la nature de la cendre que laisse la matière organique ; et d'après cela on recherche s'il y a dans cette matière quelque acide organique à l'état salin ; il faut ensuite la traiter successivement par les dissolvants, examiner chaque dissolution, et s'attacher surtout à extraire des substances à l'état de cristaux. Ce n'est qu'après avoir obtenu des eaux-mères incristallisables, et en avoir poussé l'analyse aussi loin que possible par les dissolvants, qu'on aura recours aux précipitants. En un mot, il faudra chercher à isoler les espèces l'une de l'autre en employant les procédés les plus simples possibles.

211. La synthèse, si utile dans la chimie minérale pour confirmer les résultats des analyses, ne présente point les mêmes avantages pour confirmer

ceux de l'analyse organique immédiate, parceque, 1° lorsqu'on a isolé des principes immédiats qui, par l'effet des opérations, ont éprouvé quelque changement dans l'arrangement de leurs atomes, soit simples, soit composés, la synthèse est impossible : par exemple, si on a séparé de l'albumine, au moyen de l'alcool ou de l'action de la chaleur, de principes immédiats solubles dans l'alcool, ou non coagulables par la chaleur, il est impossible, en reprenant cette même albumine et les principes immédiats qu'on en a séparés, de reproduire un composé semblable à celui qu'on a analysé. 2° Si on est parvenu à reproduire avec des substances que l'on a séparées les unes des autres une matière identique à celle qu'on a soumise aux procédés chimiques, la synthèse prouve bien que les substances séparées n'ont point été altérées, mais elle ne prouve pas que l'on ait obtenu des principes immédiats à l'état de pureté; conséquemment, pour que la synthèse soit satisfaisante, il faut que l'on soit assuré d'ailleurs que les résultats de l'analyse sont des espèces pures. 3° Enfin, il y a une autre difficulté qui n'est pas inhérente à la science, mais qui tient à son peu d'avancement, c'est que, dans les synthèses minérales, on peut extraire les principes que l'on veut combiner, de plusieurs composés différents les uns des autres; au lieu que, dans les synthèses organiques, il arrive souvent que chacun des principes qu'il s'agit d'unir ne peut

s'extraire que d'un seul composé, et lors même qu'il passe pour se trouver dans plusieurs il est rare qu'on ait la certitude que ce soit absolument le même principe.

212. C'est à cause de cette incertitude des synthèses organiques qu'il est très utile de reconnaître le plus qu'il est possible de propriétés à la matière qu'on analyse ; car , 1° plus on en aura reconnu , et plus on aura de guides pour rechercher les principes immédiats qui la composent ; en conséquence, après avoir fait ces recherches, plus on aura de raisons de croire à la bonté de ses résultats. Il est évident que si l'on trouve des espèces nouvelles dans une matière qui a été préalablement analysée, c'est presque toujours parcequ'on a cherché des choses que les auteurs des travaux antérieurs n'avaient pas cherchées. 2° Plus on aura reconnu de propriétés à la matière qu'on examine, et plus on aura de moyens de s'assurer que les résultats de l'analyse sont bons, en constatant que ces propriétés se retrouvent concentrées à un plus haut degré dans les différentes fractions en lesquelles la matière a été réduite par les procédés chimiques.

213. Dans le cas où une propriété ne se retrouverait pas dans les résultats de l'analyse, j'ai indiqué les moyens qu'il faut employer pour s'assurer que cette propriété est le résultat de la combi-

raison de plusieurs espèces de principes immédiats.

Enfin j'ai conseillé, dans les analyses organiques, avant d'employer un réactif, de mettre celui-ci en contact avec la matière qu'on veut analyser, dans une cloche contenant de l'air atmosphérique, qui doit être placée dans un bain de mercure et soumise à la même température que celle où le réactif sera employé, afin de reconnaître si cet agent ne peut être la cause d'une absorption d'oxygène qui n'aurait pas eu lieu sans lui : bien entendu qu'une expérience semblable sera faite avec la substance organique pure, simplement dissoute dans le liquide par lequel elle doit être traitée.

Objet
du chap. XI.

214. Après avoir embrassé d'un même coup d'œil les objets les plus importants de l'analyse organique immédiate, j'ai exposé une méthode pour déterminer les espèces des principes immédiats des êtres organisés, ou au moins pour approcher le plus possible de cette détermination dans l'état actuel de la science. Il est important maintenant de saisir les analogies et les différences que présentent les quatre sortes d'espèces chimiques que j'ai définies successivement dans le second chapitre; savoir, l'espèce dans les corps simples (14, 15), l'espèce dans les corps composés inorganiques (16), et à l'égard des matières organiques, l'espèce dans les principes immédiats, et l'espèce dans les com-

binaisons définies de ces mêmes principes (26). Ces définitions ne sont que l'expression précise de nos connaissances actuelles sur la composition des corps.

215.° Quels que soient les progrès futurs de la chimie, les composés que nous formons de toutes pièces et dans des proportions définies seront toujours considérés comme des espèces. Il en sera de même des corps que nous n'avons pu décomposer et que nous appelons simples; ils seront toujours considérés comme des espèces, lors même qu'on parviendrait à les décomposer. Par exemple, que l'on arrive à réduire le soufre en plusieurs éléments, il ne cessera point de constituer l'espèce *soufre*; seulement nous le placerons dans la classe des espèces composées, et les sulfures, que nous considérons comme des composés binaires, deviendront des composés ternaires. Il en sera du soufre comme il en a été de la potasse: cet alcali, qui, avant la découverte de H. Davy, passait pour un élément, n'a pas cessé de constituer une espèce après qu'il a été réduit en potassium et en oxygène. Le caractère de spécialité d'un corps n'est donc pas changé par l'effet de son passage de la classe des corps simples dans celle des corps composés.

216. La distinction des composés organiques en

espèces de principes immédiats des êtres organisés est conditionnelle à nos moyens d'analyse, comme l'est la distinction des corps simples d'avec les corps composés; cela est évident. Mais l'analogie que j'établis entre l'espèce dans les principes immédiats, et l'espèce dans les corps simples, quant à ce qu'elle présente de conditionnel, ne peut être étendue sans restriction à la circonscription des espèces, prises dans les deux classes de corps que je mets en parallèle. En effet, j'ai établi que les espèces dans les corps simples subsistent toujours, lors même qu'elles seraient réduites en plusieurs éléments; mais des matières organiques que nous regardons aujourd'hui comme des principes immédiats ne devraient plus être considérées comme des espèces, si on venait à démontrer qu'elles résultent de l'union en proportion indéfinie de plusieurs principes immédiats; et dans le cas où il serait démontré que les principes immédiats séparés par l'analyse étaient unis en proportion déterminée, la matière résultante de leur combinaison ne cesserait pas de constituer une espèce, seulement elle entrerait dans la classe des combinaisons définies qui sont formées de plusieurs principes immédiats.

217. C'est parceque la méthode peut, dans plusieurs cas, ne pas donner de résultats absolus, que j'ai montré comment, de certaines propriétés

appartenantes à des substances qui sont considérées comme des principes immédiats, il est possible de tirer des inductions qui portent à penser que ces substances sont composées de plusieurs principes immédiats unis, soit en proportion déterminée, soit en proportion indéfinie : mais tant qu'une pareille opinion ne repose que sur des inductions, on ne doit pas prononcer sur la nature de ces substances d'une manière absolue.

218. En définitive, l'analyse organique immédiate, quoique plus difficile que l'analyse minérale, principalement à cause de la mobilité de composition des principes immédiats des êtres organisés, et en second lieu parce que les espèces de ces principes ne sont point aussi nettement définies que celles des corps simples et des composés inorganiques, doit, si je ne m'abuse point, recevoir des considérations qui font la base de cet ouvrage un degré de précision qu'elle est loin d'avoir aujourd'hui. En effet, puisque j'ai fait voir que les altérations qu'éprouvent les substances organiques, soit sans le contact des réactifs, soit en contact avec certains d'entre eux, proviennent de l'action simultanée de l'oxygène atmosphérique et de la chaleur, et ne dépendent pas seulement de la composition organique, il en résulte qu'on peut éviter ces altérations, et que dès lors l'étendue de celles qu'on

Conclusion
finale.

attribue généralement à la seule composition organique se trouve diminuée. En outre, ce que j'ai dit de la nécessité d'étudier d'une manière toute spéciale les *transformations que les principes immédiats éprouvent sous l'influence de circonstances déterminées*, en conduisant à reconnaître des *compositions équivalentes*, doit tendre à diminuer infiniment les obstacles que la mobilité de la composition organique présente maintenant à l'analyste. Lorsqu'on sait, par exemple, que 1^g de *stéarine humaine fusible à 49° équivaut à 0^g,09 de glycérine, à 0^g,96 d'acides margarique et oléique hydratés fusibles à 51°*, il en résulte que si, en faisant réagir la potasse sur une matière organique, on obtient *une ou plusieurs substances + de la glycérine et des acides margarique et oléique dans les proportions précédentes*, on sera conduit à penser que la stéarine fait partie de la matière analysée. Il faudra dès lors rechercher si cette matière est acide; dans le cas où elle ne le serait point, et où elle serait dépourvue de bases salifiables capables de neutraliser les acides margarique et oléique, on aurait grande raison de croire à l'existence de la stéarine dans la matière analysée. On conçoit facilement d'après cela comment un réactif qui a la propriété de dénaturer des principes immédiats peut cependant être employé, non seulement sans occasioner d'erreur, mais encore avec avantage, si l'on connaît bien le résultat de son action sur

certaines espèces organiques ; dès lors la mobilité des compositions organiques n'est plus un obstacle insurmontable à l'exactitude des résultats. Enfin, la méthode que j'ai prescrite conduisant à mieux définir les espèces, il en résulte nécessairement que la seconde cause principale des difficultés de l'analyse organique immédiate que j'ai signalée deviendra de plus en plus faible.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

SECONDE PARTIE.



DES APPLICATIONS

DE L'ANALYSE

ORGANIQUE IMMÉDIATE.

DES APPLICATIONS DE L'ANALYSE

ORGANIQUE IMMÉDIATE.

CHAPITRE XIII.

APPLICATIONS DE LA MÉTHODE EXPOSÉE DANS LA PREMIÈRE PARTIE DE CET OUVRAGE A LA CHIMIE ORGANIQUE.

219. Avant d'exposer les applications que je me propose de faire dans ce chapitre, il est convenable d'énoncer quelques principes sur la manière de classer et d'étudier les composés organiques.

220. Premier principe. *On ne doit admettre parmi les espèces organiques que des combinaisons définies.* Toute matière qui est réduite en plusieurs sortes de substances par l'action de l'eau, de l'alcool, de l'éther, en un mot par l'action des réactifs qui sont incapables de changer l'arrangement des éléments de cette matière, ne peut être considérée comme une espèce, à moins cependant qu'il soit

évident que les substances séparées étaient unies en proportion définie. Conséquemment on n'admettra au nombre des espèces organiques que des principes immédiats, et les combinaisons en proportion définie qu'ils sont susceptibles de former.

221. Deuxième principe. *C'est la collection des espèces qui constitue le système rationnel de la chimie organique.* On ne doit donc pas y comprendre des composés tels que les huiles, les graisses, qui sont formées de deux ou plusieurs principes immédiats unis en proportion indéfinie.

222. Troisième principe. *Les différents groupes d'espèces qui composent le système rationnel de la chimie organique doivent être établis sur des propriétés chimiques et absolues, autant que possible.*

223. Quatrième principe. *Pour que l'analyse organique élémentaire soit complètement utile, il faut l'appliquer à des espèces.*

§ I^{er}. *Applications du premier et du second principe à plusieurs substances végétales qui sont considérées comme des espèces par quelques chimistes.*

ARTICLE PREMIER.

Du gluten.

224. Le gluten frais, trituré avec de l'alcool, se

réduit, suivant M. Taddey, en deux substances; l'une, qui se dissout, est la gliadine; l'autre, qui ne se dissout pas, est le zimome. Quoique je ne pense point que ces substances aient été obtenues à l'état de pureté, et que la gliadine soit la cause de l'élasticité du gluten, élasticité que j'attribue à la présence de l'eau, cependant les expériences de M. Taddey semblent bien démontrer que le gluten doit cesser d'être compté parmi les principes immédiats. J'ajouterai en outre que j'ai trouvé dans le gluten une quantité notable d'huile.

ARTICLE II.

De la gomme adragant.

225. La gomme adragant ne doit plus être mise au rang des principes immédiats, puisque Bucholz l'a réduite, par l'action de l'eau froide, en deux substances. Je reviendrai sur ce résultat en traitant des gommes (243, etc.).

ARTICLE III.

De l'extractif.

226. Lorsqu'on examine les caractères qu'on a assignés à l'*extractif*, on ne peut s'expliquer l'admission de cette matière parmi les principes immédiats des végétaux, que par la facilité qu'elle a

prêtée aux chimistes d'indiquer, dans le tableau de leurs analyses, des matières extrêmement diverses, dont la vraie composition leur était inconnue. Les caractères principaux de l'extractif étaient, 1^o la propriété de rougir le tournesol; 2^o la solubilité dans l'eau et l'alcool; 3^o la propriété de teindre les étoffes alunées en brun-fauve; 4^o la propriété d'être précipité par le chlore; 5^o la propriété qu'avait sa solution aqueuse de se couvrir de pellicules par l'évaporation, phénomène qu'on attribuait à la combinaison de l'oxygène avec l'extractif; 6^o la propriété de donner de l'acétate d'ammoniaque à la distillation; 7^o « un de ses caractères les plus » prononcés était de ne se trouver jamais isolé dans » les plantes; » enfin on ajoutait « que la plupart de » ses propriétés étaient susceptibles d'une foule de » modifications ou de variations, qui empêchaient » d'en décrire les caractères d'une manière univoque. »

227. En examinant un assez grand nombre de substances végétales, particulièrement les feuilles du pastel¹, je me suis convaincu que le prétendu principe extractif est un composé en proportions indéfinies de trois ou quatre substances au moins,

¹ *Annales du Muséum d'histoire naturelle, et Dictionnaire des sciences naturelles*, tome XVI, p. 84.

savoir, un *acide organique libre*, des *principes colorants jaune et rouge*, une *substance azotée* : cette composition explique en effet toutes les propriétés de l'extractif, telles que sa propriété de rougir le tournesol, sa propriété de teindre les étoffes alunées en brun-fauve, sa propriété de précipiter par le chlore, et de donner de l'acétate d'ammoniaque par la distillation ; quant à la propriété de se couvrir de pellicules et de précipiter des flocons, j'ai reconnu qu'elle était due principalement à ce que, pendant la concentration, la matière azotée se déposait, en entraînant une petite quantité d'acide et de principes colorants.

228. J'ai vu encore que le principe colorant jaune, qui se rencontre dans beaucoup de sucS végétaux, et qui fait partie de ce qu'on nomme leur principe extractif, provient de la réaction de l'oxygène atmosphérique sur un principe immédiat de nature organique, qui est incolore avant d'avoir eu le contact de l'air.

229. Enfin j'ai observé que, dans les analyses organiques, il arrivait souvent que des principes immédiats étaient altérés par l'action simultanée de l'oxygène et de la chaleur, et convertis en une matière à laquelle on pouvait, sans erreur, appliquer la dénomination d'*extractif*. C'est surtout en faisant une analyse soignée du suc des baies de *viburnum*

opulus que j'ai eu lieu de constater ce que je viens de dire ; j'opérais comparativement sur une portion de matière qui était exposée à l'air et à la chaleur, et sur une autre portion de matière qui n'avait point le contact de l'air ; la couleur rouge du suc de la première portions'est dénaturée complètement, tandis que celle de la seconde portion s'est conservée. Je ne saurais trop recommander aux chimistes les analyses où les évaporations sont faites dans le vide à de basses températures.

ARTICLE IV.

Du tannin.

230. M. Séguin, il y a une trentaine d'années, attribua la saveur astringente, la propriété de précipiter la gélatine et l'eau de chaux, la propriété de conserver les peaux, que possèdent les infusions de tan et de noix de galles, à un principe immédiat particulier qu'il appela *tannin*. La plupart des chimistes admirent cette manière de voir, parcequ'ils furent frappés, sans doute, de ce qu'aucun des principes immédiats connus alors ne possède ces propriétés : cependant une pareille conclusion n'aurait dû être adoptée *qu'autant qu'on eût eu prouvé que la saveur astringente, la propriété de précipiter la gélatine et celle de conserver les peaux, ne sont pas les résultats de la combinaison*

de principes immédiats qui, à l'état de pureté, ne la possèdent point. Mais, comme on négligea cette contre-preuve, on fut conduit à admettre l'existence du tannin dans toutes les matières qui précipitent la gélatine; et, pour concilier un pareil résultat avec les différences que l'on ne pouvait pas méconnaître entre les diverses matières qui possèdent la même propriété, on admit un nombre illimité de variétés ou d'espèces de tannin.

231. En examinant les substances tannantes, tant celles qui sont des produits de l'art que celles qui se trouvent dans les plantes, j'ai vu bientôt que les corps doués de la propriété de précipiter la gélatine diffèrent trop les uns des autres pour qu'on les considère, je ne dis pas comme de simples variétés d'une même espèce, mais pour qu'il soit permis de les ranger dans un même genre; en effet, la propriété de précipiter la gélatine appartient, par exemple,

1° A des corps simples, comme le *chlore*;

2° A des sels, comme le *nitrate de mercure*, l'*hydrochlorate d'iridium*;

3° A des acides, comme l'*amer de Welter*, l'*acide* qu'on obtient en faisant réagir l'acide sulfurique sur le camphre;

4° A des principes colorants, qui, quoique susceptibles de se combiner aux bases salifiables, n'ont qu'une très légère acidité; comme l'*hématine*.

En outre,

1° J'ai observé que l'amer de Welter, l'hématine, acquièrent, par leurs combinaisons avec des corps qui ne sont point astringents, une énergie pour précipiter la gélatine, qu'ils sont loin d'avoir à l'état de pureté ;

2° M. J. Pelletier a vu que l'acide gallique ajouté à la gomme arabique précipite la solution de gélatine ;

3° J'ai observé que l'acide gallique et le principe jaune qui l'accompagne dans la noix de galle forment un composé qui a non seulement une saveur sensiblement astringente, mais encore la propriété de précipiter la gélatine, et de plus, que l'acide gallique et ce principe jaune se retrouvent dans le précipité qu'on obtient en versant de la gélatine dans une infusion de noix de galle ;

4° J'ai observé que l'acide gallique, qui se décompose sous l'influence d'un alcali en absorbant de l'oxygène, est converti en une matière astringente plus acide au goût que ne l'est l'acide gallique.

232. Je crois ces observations suffisantes pour convaincre que l'existence, dans la noix de galle, d'un principe immédiat doué de la propriété de précipiter la gélatine n'est nullement démontrée ; et que les procédés tels que ceux prescrits pour préparer le tannin au moyen des alcalis solubles doivent être rejetés, toutefois lorsqu'on opère avec le contact de l'air.

ARTICLE V.

233. Si l'on considère les propriétés du gaïac, de la sarcocolle, de la matière amère de la casse, que M. Thomson appelle *quassine*, du caoutchouc, etc., on sera bientôt convaincu que ces matières n'ont point été soumises à un nombre suffisant d'expériences, pour être admises définitivement au rang des principes immédiats; ainsi,

1° Dans les expériences que l'on a faites sur le gaïac, on a négligé d'en séparer 0,09 d'une matière soluble dans l'eau, avant de le soumettre aux réactifs;

2° Ce que M. Thomson rapporte des propriétés de la sarcocolle prouve que celle qu'il a examinée contenait une matière colorante;

3° Ce qu'il dit de la *quassine* est bien loin de prouver que la matière qu'il a examinée ne contenait qu'une seule substance. Il est évident que la sarcocolle et la quassine devraient être soumises à l'action de l'eau, de l'alcool et de l'éther, d'après la méthode exposée dans le chapitre XI.

4° Quand on considère que le caoutchouc s'obtient en faisant évaporer des suc végétaux qui contiennent certainement plusieurs sortes de matières fixes, il est assez naturel de présumer que nous ne connaissons point encore les propriétés de cette substance à l'état de pureté. Il n'est pas

impossible qu'il soit formé d'une substance liquide fixe ou peu volatile, et d'une substance solide, qui soient dans un état d'union analogue à celui où se trouvent l'eau et le tissu jaune lorsqu'ils forment un corps très élastique.

§.II. *Applications du second et du troisième principe.*

PREMIÈRE SECTION.

CONSIDÉRATIONS SUR LES GENRES.

234. La classification des principes immédiats en différents genres est beaucoup moins importante que ne l'est la distinction des espèces : on ne doit considérer cette classification en général que comme un artifice propre à aider la mémoire pour retenir les propriétés principales des espèces; et sous ce rapport elle est très éloignée d'avoir l'importance de la méthode naturelle des botanistes et des zoologistes, d'après laquelle on tend à grouper de la manière la plus naturelle les diverses espèces des végétaux et des animaux. Je remarque à ce sujet que c'est se méprendre étrangement que de croire qu'il est toujours philosophique de transporter la méthode d'une science dans une autre : il y a sans doute une philosophie générale pour les sciences, mais chacune d'elles ayant un objet spécial, c'est

dans sa spécialité qu'il faut placer la philosophie qui est propre à la faire avancer. L'objet spécial de la chimie organique réside surtout dans la distinction et la circonscription des espèces, tandis que la botanique et la zoologie ont encore pour objet principal de rechercher les rapports que les espèces ont entre elles, afin de pouvoir former des genres, des familles, des ordres, des classes et des embranchements.

235. D'après la manière de voir que j'expose, je n'approuve point que, dans un système chimique des produits de l'organisation, on mette sur la même ligne que les acides végétaux l'indigo, le ligneux, le suber, etc.; et qu'on regarde chacun de ces trois derniers corps comme des genres analogues à celui des acides: c'est cependant ce que Fourcroy a fait pour le ligneux, le suber et les acides; et M. Thomson pour l'indigo, le ligneux, le suber et les acides. Il est clair qu'ils ont agi comme les botanistes et les zoologistes lorsqu'ils établissent des genres qui ne contiennent qu'une seule espèce.

236. *Un genre est une réunion d'espèces; pour le constituer, on ne doit prendre que des espèces formées des mêmes éléments, et avoir égard plutôt à plusieurs propriétés chimiques qu'à une seule.* Pour caractériser un genre, les propriétés qui me paraissent du premier ordre sont celles qui se rapportent aux

transformations des espèces en des produits identiques : telles sont les propriétés de l'oléine, des stéarines, de se convertir par la potasse en acides stéarique, margarique, oléique, et en glycérine; la propriété des gommes de se transformer en partie en acide saccholactique par l'acide nitrique; la propriété des sucres de se convertir en alcool et en acide carbonique par le contact de la levûre de bière. La saveur, la solubilité dans un réactif déterminé ne sont que des caractères très secondaires en comparaison des premiers.

237. Ces considérations m'empêchent d'adopter des genres, tels que ceux des sucres, des principes amers, établis par M. Thomson.

238. Ce chimiste, en plaçant la mannite parmi les sucres, rejette des caractères du genre *la propriété de fermenter*; et comme il admet en outre que la mannite donne de l'acide saccholactique par l'acide nitrique, en même temps qu'il reconnaît que les autres espèces du genre n'en donnent pas, il s'ensuit que les caractères des sucres se réduisent à la saveur douce et à la solubilité dans l'eau et dans l'alcool¹, et que la glycérine, la sarcocolle,

¹ C'est par distraction que, page 224 du tome 4 de la traduction française de 1818, il compte la propriété de cristalliser au nombre des propriétés du genre du sucre, puisque, page 27, il admet l'existence du sucre liquide.

qui ont ces propriétés, doivent être considérées comme des sucres. Si, au contraire, on assigne pour caractère au genre sucre la saveur douce, et la propriété de se transformer en alcool et en acide carbonique, on a un groupe d'espèces très naturel.

239 M. Thomson compte plusieurs espèces de principes amers, 1° la *quassine*, 2° la *picROTOXINE*, 3° la *scillitine*, 4° la *caféine*, 5° la *daphnine*, 6° l'*amer de Welter*, 7° le *tannin artificiel* : ce genre est simplement fondé sur l'*amertume*. Or, s'il existe une propriété qui soit difficile à rapporter à la *composition chimique*, c'est sans doute celle-ci, car elle appartient à des alcalis, tels que la morphine, à des acides, tels que l'*amer de Welter*; et ce qui est remarquable, c'est qu'elle ne disparaît point quand la morphine est neutralisée par un acide, et quand l'*amer de Welter* l'est par la potasse; elle appartient donc à des sels neutres. M. Thomson réunit la *picROTOXINE*, qui ne contient point d'azote, à l'*amer de Welter*, qui en contient beaucoup.

240. Par la même raison, le genre *matière colorante* de Fourcroy ne peut être adopté, car il est fondé sur la seule propriété de la couleur.

241. Une conséquence de ce qui précède, c'est qu'on ne doit établir des genres qu'autant que les

espèces ont des rapports très intimes; lorsqu'elles n'en ont pas, elles doivent rester isolées.

242. Pour achever de développer ma manière de voir, je vais considérer un certain nombre de genres établis ou adoptés par Fourcroy, M. Thomson, etc., qui comprennent des substances végétales dont la plupart doivent être rejetées hors du système des espèces d'après le deuxième principe que j'ai établi (221).

ARTICLE PREMIER.

- Des genres gomme, muqueux et cérasine de Thomson.

243. Rien de plus différent que les diverses manières dont on a envisagé les gommés. Fourcroy a composé un genre *gomme* ou *muqueux* de plusieurs espèces ou variétés; savoir, la gomme de pays, la gomme arabique et la gomme adragante: il y a ajouté les *mucilages* de graines de lin, d'ognon de lis, etc., qui ne sont que des gommés extraites des végétaux à l'état de dissolution.

244. M. Thomson, dans la dernière édition de son *Système de chimie*, a réparti les gommés de Fourcroy en trois genres; savoir:

1° Le genre *gomme*, qui comprend la gomme arabique, la gomme du Sénégal, la gomme de *ster-tulia urens*;

2° Le genre *muqueux*, qui comprend le mucilage de graines de lin, celui de graines de cōin, celui des racines de *hyacinthus non scriptus*, de l'*althea officinalis*, celui de beaucoup de *fucus* et de beaucoup de *lichen* ;

3° Le genre *cérasine*, qui comprend la gomme adragante et la gomme de pays.

245. Si on applique la méthode que j'ai exposée à ces matières, on sera conduit aux résultats suivants :

1° La gomme adragante ne doit point être comptée au nombre des principes immédiats, puisque, suivant Bucholz, l'eau froide la réduit à 0,57 d'une matière soluble qui paraît analogue à la gomme arabique, et à 0,43 d'une matière insoluble qui forme avec l'eau une gelée très volumineuse.

2° Si les expériences auxquelles on a soumis la gomme arabique *paraissent* lui assigner un rang parmi les principes immédiats purs, il faut convenir que les expériences que l'on a faites sur toutes les autres gommes solubles dans l'eau, sur les espèces du genre *muqueux* de Thomson, et sur la gomme de pays, sont insuffisantes pour faire considérer chacune de ces substances comme autant d'espèces distinctes. C'est ce qu'il est utile de développer. D'après M. Thomson, la gomme du Sénégal ne diffère de la gomme arabique que par

une couleur plus foncée, et parcequ'elle est en morceaux plus gros que ceux de la gomme arabique; s'il en est ainsi, pourquoi faire deux espèces de ces gommés? La gomme du *stertulia urens* forme avec l'eau froide une gelée comme la gomme adragant; or, d'après cette propriété et la solubilité de la gomme arabique dans l'eau froide, pourquoi M. Thomson n'a-t-il pas considéré la première comme une espèce de cérasine? La séparation des espèces du genre muqueux d'avec les espèces du genre gomme est sans fondement. D'abord M. Thomson ne donne aucun moyen de distinguer ces deux genres l'un de l'autre, si ce n'est que la gomme arabique précipite le silicate de potasse, tandis que le mucilage de graines de lin ne le précipite pas. Et de plus les espèces de son genre gomme donnent par l'acide nitrique de l'acide saccholactique, comme le fait le mucilage de graines de lin, qu'il considère comme l'espèce la plus pure de son genre muqueux; tandis que le mucilage de lichen, autre espèce de muqueux, ne donne pas d'acide saccholactique, quand on le traite par l'acide nitrique¹.

246. Nos connaissances étant tout-à-fait insuffisantes pour définir les espèces qui peuvent être com-

¹ C'est au moins le résultat que M. Berzelius a obtenu du mucilage du *lichen islandicus*.

prises sous la dénomination générique de gomme, et en outre plusieurs substances organiques, telles que l'amidon, la gelée de *lichen islandicus*, etc., se comportant avec l'eau chaude à la manière de plusieurs gommés, je crois que, pour le moment au moins, il faut réserver le nom de gommés aux seules substances qui se dissolvent dans l'eau, ou forment avec elle un mucilage; qui sont incristallisables, et qui donnent, quand on les traite par l'acide nitrique, de l'acide saccholactique. Autant il est utile de faire des réformes qui sont basées sur des expériences, autant il y a d'inconvénient de vouloir les établir avant celles-ci, et il me semble qu'avant d'en faire aucune il faut rechercher, 1° si les gommés entièrement solubles dans l'eau se comportent avec ce liquide comme des espèces pures (chap. XI); 2° et dans ce cas si elles sont identiques; 3° si les parties solubles dans l'eau froide des gommés qui sont incomplètement solubles dans ce liquide, donnent de l'acide saccholactique, et si elles sont identiques avec les gommés entièrement solubles; 4° si les parties insolubles dans l'eau des gommés incomplètement solubles dans ce liquide sont identiques entre elles et avec la bassorine, et enfin si elles produisent de l'acide saccholactique quand on les fait chauffer avec l'acide nitrique.

ARTICLE II.

Des huiles fixes.

247. Les huiles fixes ne constituent point un genre de principes immédiats ; car chacune d'elles en particulier est une réunion en proportions indéfinies de plusieurs principes immédiats, et nous avons vu (221) qu'un genre ne doit se composer que d'espèces pures. Les huiles fixes doivent être décrites à la suite des principes immédiats, non comme des matières qui font partie d'un système rationnel de chimie, mais comme des matières qui sont employées en médecine, dans les arts et l'économie domestique.

248. La plupart des huiles fixes sont formées d'une partie huileuse et d'une partie non huileuse : la première peut être formée de stéarines, d'oléine, et d'une substance fluide distincte de l'oléine ; la partie non huileuse peut être formée de viridine (principe colorant vert de feuilles), d'un principe odorant, d'un principe âcre, etc. Dans tous les cas, pour rechercher les principes immédiats qui constituent une huile, il faut suivre les procédés au moyen desquels j'ai analysé la partie huileuse du beurre et l'huile de marsouin ¹.

¹ Voyez *Recherches sur les corps gras d'origine animale*, pages 282 et 289.

ARTICLE III.

Des huiles volatiles.

249. Les huiles volatiles sont dans le même cas que les huiles fixes ; elles sont pour la plupart évidemment formées de plusieurs principes immédiats unis en proportions indéfinies , et doivent être pour cela séparées du système rationnel des espèces organiques. Les caractères tirés de leur odeur , de leur faible solubilité dans l'eau , de leur grande solubilité dans l'alcool , de leur degré d'ébullition supérieur à celui de l'eau , ne sont plus susceptibles aujourd'hui de les distinguer des autres produits de l'organisation, puisque mes recherches sur les corps gras ont démontré que toutes les propriétés que je viens d'énumérer appartiennent aux acides phocénique , caproïque et caprique hydratés. A la vérité on pourrait conserver le groupe des huiles volatiles, en ajoutant à leurs caractères la propriété de n'être pas acide ; mais en agir ainsi serait peu philosophique, car, si des corps doués de la propriété si importante de l'acidité possèdent un certain nombre de propriétés caractéristiques qui leur sont communes avec des corps qui ne sont pas acides, il est permis de croire que, parmi ces derniers, il peut y en avoir qui diffèrent extrêmement par la composition les uns des autres : ainsi, qui oserait assurer que les

principes odorants des liliacées, qui n'ont point été obtenus par la distillation, auraient à l'état de pureté tous les caractères des huiles volatiles? Il serait prématuré de vouloir assigner au groupe des huiles volatiles un rang définitif dans le système des espèces organiques, avant d'avoir résolu les questions suivantes :

1° Les matières cristallisables que l'on obtient des huiles volatiles y sont-elles toutes formées, ou proviennent-elles de quelque altération de la matière huileuse?

2° Chaque huile volatile, soumise à l'ébullition sous une pression constante, éprouve-t-elle une variation dans sa température depuis le commencement de sa vaporisation jusqu'à la fin? Et, supposé qu'elle n'en éprouvât pas, il faudrait encore distiller en partie l'huile dans des atmosphères raréfiées à une température peu élevée et comparer le résidu au produit. Bien entendu qu'une huile qui présenterait une variation de température pendant sa vaporisation, et des différences dans le produit et le résidu de sa distillation, ne pourrait être considérée comme une espèce.

3° Chaque huile volatile se comporte-t-elle avec les dissolvants comme une espèce pure?

250. Les huiles volatiles ne sont point colorées à l'état de pureté, au moins ai-je obtenu incolores

des huiles volatiles qui passent généralement pour être colorées.

251. Quant aux odeurs si variées de ces substances, elles donnent lieu à des réflexions qui, pour être bien comprises, demandent à être exposées avec quelque détail. Avant la théorie de Lavoisier on pensait généralement que les huiles étaient principalement formées d'un acide et de phlogistique: dans les huiles fixes, l'union de ces corps passait pour être si intime, que l'acidité était neutralisée; dans les huiles volatiles, au contraire, il y avait plus d'acide, et il s'y trouvait dans un état de combinaison assez faible pour qu'il pût rongir le tournesol, jaunir et même corroder les bouchons qui sont exposés à la vapeur de ces huiles. On pensait encore, d'après Boerhaave, que les huiles volatiles contenaient l'arome, c'est-à-dire le principe de l'odeur des plantes d'où elles avaient été extraites. La distinction de l'arome était très vague, puisqu'elle avait été établie pour expliquer la cause d'une propriété qu'on n'avait point isolée des huiles volatiles. Il fut donc facile à Fourcroy de faire sentir aux chimistes de l'école de Lavoisier qu'il n'y avait pas de raison suffisante pour admettre l'existence d'un corps qu'on ne pouvait séparer de ceux auxquels on prétendait qu'il était uni, et que si l'on voulait être conséquent aux principes que l'on avait suivis lors du renouvellement

de la chimie, il fallait regarder l'odeur des huiles volatiles comme leur appartenant en propre. Cette manière de voir était conforme à l'état des connaissances chimiques du temps; elle l'était également à la vraie philosophie de la science, puisqu'on observait le principe que, *lorsqu'on ne peut séparer plusieurs sortes de substances d'une matière organique sans altérer évidemment sa nature, on est conduit à regarder toutes les propriétés de cette matière comme lui étant essentielles*. Or on en était à ce point pour les huiles volatiles lorsque Fourcroy écrivait; mais aujourd'hui, d'après la grande analogie de composition élémentaire que M. Th. de Saussure a observée entre quelques huiles volatiles qui ont d'ailleurs des odeurs très différentes, il n'est pas déraisonnable de croire avec ce savant que les huiles volatiles dont je parle peuvent être essentiellement identiques, et devoir leur odeur à un principe étranger à leur nature.

ARTICLE IV.

Des résines.

252. Dans ma dissertation sur la composition chimique des végétaux, imprimée dans l'ouvrage de M. Mirbel, je me suis exprimé en ces termes au sujet des *résines*: «Ce groupe de substances renferme beaucoup de combinaisons qu'on a regardées comme

» des corps purs; j'en ai analysé plusieurs qui m'ont
» donné *un acide, un principe colorant, une huile*
» *volatile, et un principe résineux* qui imprime ses
» caractères à la combinaison dans laquelle il entre.
» Il est très vraisemblable qu'il n'y a qu'un petit
» nombre de principes résineux purs.» Et j'ajoutai :
« Je crois que la substance blanche, cristallisant
» par la sublimation en belles aiguilles, que j'ai ex-
» traite de l'épiderme de bouleau, est un principe
» résineux pur. » C'est ce principe que depuis j'ai
nommé *bétuline*. J'avais été conduit à cette manière
de voir par mon analyse du liège ¹, où j'avais trouvé
qu'une *résine molle était formée de cérine, d'une ma-*
tière grasse plus fusible que la cérine, d'un acide or-
ganique, d'un principe colorant jaune, et d'un prin-
cipe colorant rouge.

253. Les observations qui me firent considérer en 1814 les résines comme des matières complexes distinctes des espèces organiques ont été pleinement confirmées par des travaux postérieurs. Il serait utile aujourd'hui d'étudier comparativement les principes cristallisables qu'on retire de diverses sortes de résines, il est probable qu'on arriverait à des résultats analogues à ceux que l'analyse des corps gras m'a présentés.

¹ Lue à l'Institut le 10 janvier 1814.

ARTICLE V.

Des baumes.

254. Tout ce que j'ai dit des huiles et des résines est, à plus forte raison, applicable aux baumes, puisque ceux-ci passent généralement pour ne différer des résines que par l'acide benzoïque qu'ils contiennent. Il serait important de rechercher dans ces matières s'il n'existe pas un composé défini d'acide benzoïque, et d'un principe immédiat organique.

ARTICLE VI.

Des gommés résines.

255. Le groupe des gommés résines est encore plus hétérogène que les groupes précédents; car non seulement elles sont formées d'une *résine* et d'une matière soluble dans l'eau ou susceptible de s'y gonfler comme le fait la bassorine, mais les morceaux d'un grand nombre de gommés résines présentent à la vue simple un mélange de plusieurs matières. Au reste, je crois qu'aujourd'hui tous les chimistes s'accordent à séparer les gommés résines des espèces organiques.

ARTICLE VII.

Des cires.

256. On donne généralement le nom de cire à toute matière combustible, grasse, moins fusible que le suif, et moins disposée que lui à pénétrer une étoffe sur laquelle on répand des gouttes de cette matière liquéfiée par la chaleur. D'après de tels caractères, il n'est point étonnant que l'on ait donné le nom de cire à des substances extrêmement différentes; on en sera convaincu d'après les observations comparatives que j'ai faites sur la cire du *myrica cerifera*, la cire des feuilles du chou et la cire des abeilles, substances qui composent le groupe des cires végétales.

257. La CIRE du *myrica cerifera*, fusible à 49°, se comporte à la manière de la stéarine de mouton, lorsqu'elle se saponifie par la potasse. Elle donne, comme cette dernière, des acides stéarique, margarique et oléique, et de la glycérine.

258. LA CIRE DES FEUILLES DU CHOU liquéfiée commence à se figer à 75°, elle ne l'est complètement qu'à 73°, mais elle conserve de la mollesse; ce n'est qu'à 65° qu'elle est dure. Lorsqu'elle se fige, elle présente des inégalités à sa surface comme le

fait la graisse de porc. 1^o de cette cire exposé avec 2^o de potasse dissous dans l'eau, à la chaleur d'un bain-marie bouillant, pendant quarante heures, n'a paru éprouver aucun changement, si ce n'est qu'elle se figeait à 71° après l'opération. La cire du chou n'est donc pas saponifiable.

259. LA CIRE DES ABEILLES liquéfiée commence à se troubler à 64°, mais elle n'est complètement figée qu'à 62,75. Sa surface est plane. Je l'ai traitée par l'eau de potasse comme la précédente, et je n'ai obtenu de 1^o de cire que 0^s,346 d'une graisse acidifiée, qui paraissait formée d'acide margarique d'acide oléique, et peut-être d'acide stéarique. La matière grasse non liquide pesait 0^s,567; elle commençait à se figer à 74,75; à 72, elle était presque entièrement solide; elle conservait de la mollesse à 64°. Dans cette opération, il ne s'était pas produit de glycérine.

260. Les conséquences de ces observations sont faciles à déduire : 1^o la cire du myrica doit être considérée comme de la stéarine; 2^o la cire du chou est tout-à-fait distincte des corps gras saponifiables; 3^o si la cire des abeilles n'est pas formée de deux substances, comme le prétend M. John, il est évident qu'elle est congénère de la cétine, puisqu'elle se convertit par l'action de la potasse en matière grasse acide et en matière grasse non acide,

sans donner de glycérine : si au contraire elle est formée de deux substances, elle doit être retirée du système des espèces, et l'on doit rechercher les analogies qui peuvent exister entre un de ses principes immédiats et la cire du chou.

DEUXIÈME SECTION.

CONSIDÉRATIONS SUR LES GROUPES PLUS ÉLEVÉS QUE LES GENRES.

261. Nous ignorons s'il sera possible un jour de remonter de la composition d'un corps, c'est-à-dire de la nature de ses éléments, de leur proportion et de leur arrangement, s'il est composé, et de leur forme et de leur arrangement, s'il est simple, à la connaissance de ses propriétés; en attendant, nous sommes obligés de comprendre dans ce que nous entendons par *nature des corps* deux idées distinctes: l'une se rapporte au résultat de l'analyse chimique, ou, en d'autres termes, à ce que j'ai appelé *composition*; l'autre se rapporte à certaines propriétés. Par exemple, tous les corps simples, envisagés sous le premier rapport, ne forment qu'un seul groupe; envisagés sous le second, ils en font deux, le groupe des comburants et celui des combustibles; tous les corps oxygénés, envisagés sous le premier rapport, se confondent en un seul groupe; envisagés sous le second, ils se

subdivisent en trois groupes, savoir, en composés acides, en composés alcalins, et en composés neutres aux réactifs colorés; mais l'acidité, l'alcalinité, la neutralité aux réactifs colorés, se retrouvent dans des composés non oxygénés.

262. Pour classer les espèces, non seulement celles qui ont été groupées en genres, mais encore celles qui n'ont pu se prêter à cet arrangement, parcequ'elles diffèrent trop les unes des autres, on aura égard, 1° au nombre des éléments; 2° aux propriétés acide, alcaline ou neutre aux réactifs colorés; 3° enfin, à l'origine animale ou végétale des espèces. Dans l'état actuel de la science, je pense qu'on ne peut être dirigé que par ces trois sortes de considérations.

265. Mais quel ordre suivra-t-on dans la distribution des espèces isolées et des espèces réunies en genres?

A. Fera-t-on autant de groupes principaux ou classes que l'on pourra compter de compositions différentes, relativement au nombre des éléments? Par exemple, fera-t-on un premier groupe dont les espèces sont formées de carbone et d'hydrogène; un second groupe dont les espèces sont formées d'oxygène de carbone et d'hydrogène; un troisième groupe dont les espèces sont formées d'oxygène,

d'azote de carbone et d'hydrogène? Puis subdivisera-t-on chacun de ces groupes en des groupes secondaires ou ordres, relativement aux propriétés acide, alcaline, et à celle d'être neutre aux réactifs colorés?

B. Ou, bien fera-t-on trois groupes principaux ou classes des espèces, suivant qu'elles seront acides, alcalines et neutres aux réactifs colorés? et subdivisera-t-on ensuite chacun de ces groupes en des groupes secondaires ou ordres, d'après le nombre de leurs éléments?

C'est ce que je ne déciderai point, cependant je penche pour la première distribution.

264. Doit-on distinguer les principes immédiats en produits de la végétation et en produits de l'animalisation? ou bien les confondre sous la dénomination de produits des corps organisés? Il serait sans doute plus philosophique de prendre ce dernier parti, puisque la distinction des végétaux d'avec les animaux n'est pas bien tranchée, et qu'il existe des espèces organiques qui sont communes aux deux règnes: mais d'un autre côté, comme il n'y a aucun inconvénient réel à distinguer les produits de la végétation des produits de l'animalisation, et que nos connaissances ne sont point encore assez avancées pour prononcer d'une manière définitive sur l'identité de beaucoup d'espèces

analogues, on peut encore maintenir cette distinction faite par tous les auteurs qui ont écrit de traités de chimie.

§ III. *Application du quatrième principe.*

265. Les analyses élémentaires des principes immédiats sont d'une importance majeure ; l'histoire chimique d'une espèce est toujours incomplète quand on ignore sa composition. Mais pour que les analyses élémentaires soient réellement utiles à la science, il est de toute nécessité que les corps dont on veut déterminer la composition soient amenés à un état constant dans leurs propriétés, qu'ils aient été obtenus aussi purs que possible ; car, analyser des combinaisons qui ne sont pas assujetties à des proportions définies dont, par là même, il est impossible de fixer les caractères, c'est se livrer à un travail incomplet qui ne servira que dans des cas très particuliers, par exemple pour savoir la quantité de partie combustible qu'une matière contient ; mais le résultat de l'analyse, envisagé comme faisant connaître la *composition* d'un corps, comme propre à servir de *caractère distinctif* à ce corps, est absolument inutile pour la science.

266. C'est en multipliant les analyses organiques immédiates, en y mettant toute la précision pos-

sible, qu'on arrivera à avoir un nombre suffisant de principes immédiats, pour qu'en les soumettant à l'analyse élémentaire, on détermine rigoureusement les lois de la composition des substances organiques.

267. M. Berzelius pense que, *dans la nature organique, la multiplicité des combinaisons est telle qu'on peut dire qu'il n'y existe aucunes proportions déterminées*¹. Sans prétendre que cette opinion soit absolument sans fondement, j'ai cependant tout lieu de croire que l'imperfection de l'analyse organique immédiate a beaucoup contribué à la faire adopter. Certainement, avant mes recherches sur les corps gras d'origine animale, les propriétés alors connues de ces corps semblaient tout-à-fait conformes à ce qu'elles devaient être dans l'opinion de M. Berzelius. En effet, les corps gras diffèrent les uns des autres par la couleur, par l'odeur, et surtout par des degrés de fusibilité tout-à-fait indéfinis : cependant un examen approfondi prouve que ce qui est indéfini n'est point la proportion des éléments, mais bien la proportion où sont unis un petit nombre de principes immédiats dont chaque espèce est assujettie à une composition définie. Or, si ces résultats, démontrés rigoureuse-

¹ *Essai sur la théorie des proportions chimiques*, page 40.

ment pour les corps gras d'origine animale, ne le sont pas pour les résines, les huiles volatiles, etc., il me semble que l'analogie de ces deux ordres de substances donne un assez grand degré de probabilité à l'opinion que j'émis en 1815 * sur la nature des huiles volatiles, des résines, etc., que je considérais dès lors, de même que les corps gras, comme des combinaisons en proportion indéfinie d'un petit nombre de principes immédiats assujettis à des compositions fixes. En réunissant mes résultats à ce qu'on sait de la composition élémentaire des acides végétaux, des sucres, etc., on doit présumer que les espèces organiques sont soumises aux proportions définies comme le sont les composés de la nature inorganique. J'ajoute que si les variations de propriétés que présentent des matières organiques, qui s'altèrent sous l'influence du gaz oxygène, semblent plus conformes à l'opinion de M. Berzelius qu'à celle que je viens d'énoncer, c'est que généralement on n'a pas analysé les résultats de l'altération de ces matières. J'ai examiné sous ce rapport quelques substances végétales et animales, à différentes époques de leur décomposition, et voici ce que j'ai observé. Quand elles sont en excès, relativement à l'oxygène qui agit pendant un temps déterminé, la matière ne s'altère

* *Éléments de botanique* de M. Mirbel, page 467 et suiv.

pas dans toute sa masse, mais dans une partie seulement, et, suivant le rapport de cette partie à celle qui n'est pas altérée, le mélange ou la combinaison indéfinie de ces deux portions de matière présente des propriétés diverses. A la vérité les résultats sont plus ou moins complexes, suivant que les produits qui résultent de l'altération d'une matière organique sont plus nombreux, et que ces produits sont eux-mêmes susceptibles de s'altérer ultérieurement par l'action de l'oxygène; mais dans tous les cas que j'ai étudiés, je les ai trouvés formés de composés définis dans la proportion de leurs éléments.

268. M. Berzelius se prononce contre *la manière de représenter les combinaisons organiques par des composés inorganiques binaires qui peuvent résulter de l'union de leurs éléments*¹; il appuie son opinion sur ce que le nombre des matières susceptibles d'être représentées ainsi est borné, et sur ce qu'on est souvent conduit à corriger des résultats d'expériences, d'après une composition hypothétique dont ils se rapprochent. Je suis de l'avis de M. Berzelius sur le grave inconvénient qu'il y aurait à faire de pareilles corrections, et d'établir en principe que toutes les substances organiques doivent être considérées

¹ *Essai sur la théorie des proportions chimiques*, page 46.

comme des combinaisons de composés inorganiques connus ; mais cet inconvénient n'est pas inhérent à ce mode de représenter les compositions organiques ; et l'opinion dans laquelle on admet qu'une différence de propriétés dans des corps formés des mêmes éléments résulte nécessairement d'une différence dans la proportion de ces éléments, ne pourrait-elle pas avoir un inconvénient semblable, en portant le chimiste qui l'aurait adoptée à regarder comme essentielles aux substances analysées, de petites différences dues uniquement aux erreurs inévitables des expériences ? Sans doute il faut éviter de substituer des rapports hypothétiques à ceux que nous donne l'observation ; mais lorsque ces derniers ne s'écartent pas sensiblement de ceux qui devraient avoir lieu d'après la manière de voir que combat M. Berzelius, pourquoi négligerait-on les avantages qu'on peut en tirer, surtout quand on les généralise, et qu'on parvient ainsi à établir les compositions équivalentes des corps composés (77) ? Ces avantages sont de deux genres.

269. *Avantage du premier genre.* C'est la facilité que les compositions équivalentes donnent à la mémoire de retenir des compositions de substances qui s'en seraient promptement effacées si on se fût borné à considérer les mêmes substances comme des composés immédiatement formés de trois ou quatre éléments.

270. *Avantage du second genre.* C'est de nous faire saisir des rapports qui auraient pu nous échapper sans les compositions équivalentes.

Développons ces avantages en citant des exemples.

A. 1° Le sucre, l'amidon, la gomme arabique, le ligneux¹ ;

2° Les acides citrique, mucique, tartrique² ;

3° Le sucre de lait³, la mannite³, la glycérine⁴, sont tous formés d'oxygène de carbone et d'hydrogène. Mais n'est-il pas important de faire remarquer les compositions équivalentes suivantes :

1° Pour les substances nommées en premier lieu, *carbone + eau* en diverses proportions définies ;

2° Pour les substances nommées en second lieu, *carbone + eau + oxygène* en diverses proportions définies ;

3° Pour les substances nommées en troisième lieu, *carbone + eau + hydrogène* en diverses proportions définies.

B. L'alcool, l'éther et l'éthyl sont formés des mêmes éléments que les corps précédents, mais n'est-il pas important de remarquer que ces trois substances sont représentées par *hydrogène percar-*

SUBSTANCES ANALYSÉES PAR

¹ Gay-Lussac et Thenard.³ Th. de Saussure.² Berzelius.⁴ Chevreul.

buré + eau, et que l'eau, dans l'éther et l'éthyl, est $\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{8}$ de l'eau de l'alcool.

271. C. Les éthers chlorurique, hydrochlorique, iodurique, hydriodique, contiennent tous du carbone et de l'hydrogène, et en outre les deux premiers du chlore et les deux autres de l'iode; l'éther nitrique contient de l'oxygène, de l'azote, du carbone et de l'hydrogène; enfin, les éthers végétaux sont formés d'oxygène de carbone et d'hydrogène. Maintenant ces compositions ne sont-elles pas plus faciles à retenir, ne sont-elles pas plus intéressantes, lorsqu'on considère que l'hydrogène percarburé uni avec du chlore, avec de l'acide hydrochlorique, avec de l'iode, avec de l'acide hydriodique, représente les éthers chlorurique, hydrochlorique, iodurique, hydriodique; que l'alcool uni avec l'acide nitrique, avec les acides végétaux, représente l'éther nitrique et les éthers végétaux? Est-il inutile de faire remarquer encore que ces derniers peuvent être représentés comme des composés d'hydrogène percarburé + de l'eau + des acides secs? N'est-il pas important de faire remarquer que l'hydrogène percarburé peut être représenté, par rapport au chlore, à l'iode, comme jouant le rôle d'un combustible simple, d'un métal? qu'il peut être représenté, par rapport à l'eau (dans l'éthyl, l'éther hydratique et l'alcool), par rapport aux acides hydrochlorique et hydriodique, comme

faisant fonction de base salifiable ? N'est-il pas important de suivre toujours cette même analogie, de considérer l'éther nitrique et les éthers végétaux comme des composés d'hydrogène percarbure et d'acides + de l'eau, ou, en d'autres termes, comme des sels hydratés, et de considérer les éthers hydrochlorique, hydriodique, comme des composés d'hydrogène percarbure et d'acides, ou, en d'autres termes, comme des sels anhydres ?

272. En voyant les espèces de corps gras les plus abondantes dans les animaux, constituées par des proportions de carbone et d'hydrogène très rapprochées de la proportion où ces éléments constituent l'hydrogène percarbure, on ne peut se défendre de faire entre ce composé et les espèces dont nous parlons le même rapprochement qu'entre l'eau et les espèces de principes immédiats qui ne sont point de nature grasse, et qui sont représentées par de l'eau + du carbone, ou par de l'eau + du carbone + une faible proportion d'oxygène ou d'hydrogène.

273. Enfin, nous ne devons jamais perdre de vue de chercher à représenter les espèces organiques par deux portions de matière, l'une électro-négative, et l'autre électro-positive; or la détermination des compositions équivalentes conduit directement à ce but. Il est présumable qu'il existe des composés organiques neutres aux réactifs co-

lorés, qui sont formés d'un acide et d'une matière jouant le rôle d'alcali. Dans mes recherches sur les corps gras d'origine animale, j'ai fait voir qu'il n'est pas invraisemblable que les stéarines, l'oléine, la butirine, la phocénine, etc., aient une composition analogue à celle des substances organiques dont il est question.

CHAPITRE XIV.

APPLICATIONS DE L'ANALYSE ORGANIQUE IMMÉDIATE
AUX ARTS.

274. Quoique l'on ait fait un grand nombre d'applications de la chimie aux arts, il me semble, en général, qu'on n'a pas toujours des idées justes à ce sujet : au moins ai-je entendu mettre en doute par bien des gens, même instruits, l'utilité des travaux de laboratoire pour le perfectionnement des arts. Cependant il est aisé de prouver que toutes les *applications raisonnées* ne peuvent s'appuyer que sur des expériences qui ont exigé toute la précision de l'analyse chimique, et qui n'ont pu être faites que par des savants au courant des travaux du laboratoire. Avant de démontrer cette proposition, pour les recherches de chimie organique, je distinguerai d'abord deux genres d'applications scientifiques aux arts qui sont du ressort de la chimie.

275. Les applications du premier genre appartiennent surtout à la physique chimique; elles résultent des recherches les plus délicates que les savants aient faites sur la chaleur, les moyens de la

Applications
du premier
genre.

Applications
du deuxième
genre.

produire, de la concentrer et de la diriger, sur la production des vapeurs en général, et en particulier sur celle de la vapeur d'eau. Les applications de ce genre sont des plus importantes, parcequ'elles intéressent nécessairement tous les arts qui ont besoin d'élever la température des produits qu'ils façonnent. Les applications du second genre sont particulières à certaines matières : par exemple, à des oxydes métalliques qu'on réduit à l'état métallique, à des métaux qu'on oxyde, à des acides que l'on extrait de certains sels, ou qu'on forme de toutes pièces, à des sels que l'on fabrique de diverses manières, à des principes immédiats organiques que l'on isole de toute matière étrangère, ou que l'on combine ensemble, ou que l'on transforme en de nouveaux corps, etc., etc. Ces applications, pour être spéciales, ne sont pas moins utiles que les premières aux arts qu'elles concernent.

276. C'est sans doute parcequ'on perd le souvenir de ce qui s'est passé lors de la découverte des principes de la véritable chimie, sur lesquels reposent les applications du premier genre et celles du second genre qui regardent les arts dont l'objet est de traiter des matières minérales, que beaucoup de personnes n'ont point d'idées exactes sur l'utilité dont les recherches de chimie organique peuvent être aux arts dont l'objet est de traiter des produits de la végétation et de l'ani-

malisation. Si elles se rappelaient que les applications raisonnées de la chimie minérale n'ont pu être faites qu'après que l'on a eu défini les espèces inorganiques, que l'on a eu fixé la proportion des éléments des oxydes métalliques, des acides, des sels, etc., et que ces déterminations n'ont pu être le résultat que des expériences les plus précises, elles sentiraient qu'il y a une grande inconséquence, lorsqu'on reconnaît en principe les services que la chimie a rendus aux arts, à prononcer sur l'inutilité des recherches de chimie végétale et animale, puisque *ces recherches tendent à définir les espèces organiques, comme les recherches de chimie minérale ont défini les espèces inorganiques*; elles sentiraient qu'en professant cette opinion elles se rangent auprès de ceux qui proclamaient la chimie inutile aux progrès des arts, lorsque des savants voulaient éclairer ces mêmes arts des lumières de la chimie minérale.

277. Je vais citer des exemples de l'utilité des applications de la chimie organique aux arts.

278. On veut savoir le bénéfice que donnera la préparation d'un principe immédiat organique, ou celle d'un produit quelconque, fabriqué avec des matières organiques: un des premiers éléments de la question est sans doute la connaissance de la proportion du principe extrait à la matière

Première
application.

d'où ce principe a été extrait, ou la proportion du produit fabriqué aux matières avec lesquelles ce produit a été fabriqué. Comment arrivera-t-on à connaître cette proportion? *En la déterminant rigoureusement par des procédés précis.* Elle sera un *terme absolu* pour connaître le bénéfice, en tenant compte des frais présumés de préparation en grand, et toujours dans l'hypothèse où cette préparation donnerait la même proportion de produit que celle qu'on a obtenue en petit. Si le bénéfice est trop faible, la question est évidemment résolue; mais s'il paraît avantageux, il faudra prendre en considération le *déchet* occasioné par la différence qu'il y a entre la précision d'une préparation en petit et celle d'une préparation en grand. La comparaison des quantités des produits obtenus par les deux procédés a encore l'avantage de fixer le degré de précision du procédé de fabrique: il est évident qu'il serait parfait s'il donnait une quantité de produit égale à celle obtenue par le procédé en petit.

Deuxième
application.

279. On cherche à remplacer un principe immédiat d'une espèce de plante par un principe immédiat semblable, mais extrait d'une autre espèce de plante. Ici il faut résoudre deux questions: 1° si le principe immédiat extrait de la seconde plante est identique ou non avec celui de la première; 2° en admettant l'identité, il faut déter-

miners si la quantité du principe contenu dans la seconde plante est suffisante pour être l'objet d'une extraction en grand. Or, pour résoudre la question de l'identité, toutes les lumières de la science sont nécessaires, si on veut détruire les préjugés élevés contre cette identité, de même qu'elles le sont pour résoudre la seconde question, qui rentre dans la première application (278). Ces deux questions se sont élevées en France lorsqu'il s'est agi de suppléer au sucre des colonies par le sucre de betterave, et à l'indigo exotique par l'indigo du pastel. L'identité du sucre de la canne avec le sucre de betterave a été démontrée, comme l'a été l'identité de l'indigo exotique avec l'indigo du pastel¹; malheureusement on n'a pas démontré les avantages de l'extraction de l'indigo du pastel.

280. L'art du savonnier nous présente un exemple frappant de la justesse de la distinction que j'ai faite entre les applications des sciences physico-chimiques aux arts en général. Avant la découverte des acides stéarique, margarique, oléique, et des différentes espèces de corps gras saponifiables, on pouvait perfectionner l'art du savonnier en ce qui concerne la construction des

Troisième
application

¹ Voyez mes recherches sur l'indigo. *Annales de chimie*.

fourneaux , la préparation des alcalis , la direction de la chaleur pendant la cuite ; mais je demande si les principes chimiques de l'art pouvaient être posés sans la connaissance des corps gras ? La détermination des quantités d'alcali strictement nécessaires pour opérer la saponification , les règles à suivre pour préparer des savons mous , des savons durs , des savons inodores , ne pouvaient être établies avant qu'on eût fixé les capacités de saturation des différents acides qui constituent les savons , par des expériences rigoureuses et difficiles , avant que la science eût établi les rapports qui existent entre les acides stéarique , margarique et les stéarines , entre l'acide oléique et l'oléine , entre les acides phocénique et la phocénine , entre les acides volatils du beurre et la butirine.

Quatrième
application.

281. Je termine ce chapitre par un exemple propre à prouver que la chimie organique est encore utile aux arts pour reconnaître si des procédés qu'on se propose d'exécuter en grand sont fondés sur des faits certains , ou seulement sur des expériences illusoire. Lorsqu'on eut décrit l'adipocire des cadavres et annoncé qu'elle était le résultat d'une altération de la matière grasse et des muscles des animaux , on pensa que l'adipocire pouvait être *fabriquée* en grand avec avantage. Plusieurs observations m'ayant fait penser que la matière grasse était la seule partie des cadavres qui fût

susceptible de se changer en adipocire, j'abandonnai un morceau de tendon submergé à lui-même, pour savoir s'il éprouverait cette conversion; je m'étais préalablement assuré qu'il se dissolvait complètement dans l'eau bouillante, d'où j'avais conclu l'absence de toute matière grasse dans le tendon. A mon grand étonnement, j'obtins 0,015 d'adipocire de la masse du tendon submergé. Était-ce un motif de renoncer à ma première opinion? oui, s'il eût été prouvé que l'eau de gélatine chaude ne peut tenir de la matière grasse en dissolution, ou plutôt dans un état de division qui lui permet de passer à travers les interstices du papier joseph. Or je reconnus absolument le contraire; pour cela il fallut faire une série nombreuse d'expériences, qui me prouvèrent que l'alcool, l'éther, n'ont point la propriété de produire des matières grasses quand on les fait digérer sur la fibrine, l'albumine, la gélatine, etc. (116), et que l'acide nitrique n'en produit pas davantage lorsqu'il réagit sur la fibrine. Le résultat de toutes ces recherches, purement scientifiques, a été celui-ci : *Le cadavre d'un animal submergé donne une quantité d'adipocire qui est inférieure au poids de la matière grasse qu'il contient. Conséquemment il est facile d'apprécier à sa juste valeur ce qu'on peut gagner à convertir la partie grasse d'un cadavre en acides stéarique, margarique et oléique.*

CHAPITRE XV.

APPLICATIONS DE L'ANALYSE ORGANIQUE IMMÉDIATE AUX SCIENCES MÉDICALES ET A LA ZOOLOGIE.

ARTICLE PREMIER.

Applications à la pharmacologie.

Utilité d'isoler la partie active des médicaments de nature organique.

282. Si en médecine, dans un cas déterminé, on éprouve de l'incertitude sur la dose de médicaments, tels que les sulfates de soude et de magnésie, le sousphosphate de soude, le bitartrate de potasse, l'émétique, dont la composition est rigoureusement définie, à plus forte raison doit-on en éprouver quand il s'agit d'ordonner des médicaments tels que l'extrait d'opium, les écorces de quinquina, les racines d'ipécacuanha, etc., qui contiennent des proportions inconnues de principes actifs. L'analyse organique immédiate, qui donne les moyens d'isoler ces principes des substances étrangères auxquelles ils sont unis ou mélangés dans les extraits, les écorces, les racines, etc., et qui, en les définissant en *espèces* douées de propriétés constantes, les amène à la condition des premiers

médicaments dont j'ai parlé, rend des services éminents à la pharmacologie, puisqu'elle détruit une cause d'incertitude que présentait l'emploi d'un assez grand nombre de remèdes des plus importants pour l'art de guérir. Les médecins ne sauraient donc trop encourager des recherches comme celles de MM. Sertuerner, Robiquet, Boullay, Gommès, Magendie, Pelletier, Caventou, etc., à qui nous devons la découverte de la morphine, du principe vésicant des cantharides, de la picrotoxine, de la cinchonine, de la kinine, de l'évétine, de la strychnine, de la brucine. Des recherches de cette nature sont bien propres à faire revenir de leur opinion les gens qui croient avec Descartes au danger *des remèdes de la chimie* ¹.

283. Mais il est bien important de remarquer ici une conséquence de ce que j'ai dit (chap. x) relativement à la recherche des principes immédiats qui constituent les matières organiques,

Observation
à ce sujet.

¹ Descartes dit dans une lettre adressée à M^{me} Elisabeth, princesse palatine : « Votre altesse fait aussi fort bien de ne vouloir point user des remèdes de la chimie ; on a beau avoir une longue expérience de leur vertu, le moindre petit changement qu'on fait en leur préparation, lors même qu'on pense mieux faire, peut entièrement changer leurs qualités, et faire qu'au lieu de médecines ce soient des poisons. »

c'est que la propriété médicamenteuse que manifeste une matière de cette classe peut être le résultat d'une combinaison de plusieurs de ces principes sans appartenir à aucun d'eux en particulier, ou, ce qui revient à peu près au même, la propriété médicamenteuse d'une matière organique, quoique appartenante à un principe immédiat, reçoit de la présence d'autres principes qui constituent cette matière une énergie que n'aurait pas eue le premier principe immédiat s'il avait été isolé des autres. Le mode d'opérer que j'ai décrit (chap. x), en donnant les moyens de distinguer ce dernier cas de celui où la propriété médicamenteuse d'une matière organique réside exclusivement dans une seule espèce de principe immédiat, conduit en même temps à séparer des *combinaisons actives* les substances étrangères qui en affaiblissent plus ou moins les propriétés essentielles, et qui, par la proportion inconnue suivant laquelle elles y sont unies ou mélangées, sont une cause d'incertitude pour le médecin qui prescrit des médicaments de ce genre.

« 284. Je ne dois point omettre deux objections qu'on peut faire aux applications de l'analyse organique immédiate à la préparation des médicaments.

Première
objection.

Il y a tel médicament dont la partie active est naturellement mélangée à des corps inertes, qui se trouve

dans un état plus propre à l'usage, lorsqu'on veut le prescrire à une faible dose, que si la partie active avait été isolée, par la raison qu'il est plus facile de peser exactement quelques décigrammes de matière que quelques milligrammes. Cette objection disparaît si, après avoir isolé la partie active du médicament, on la mêle intimement avec une matière tout-à-fait inerte dans une proportion connue; par ce moyen on a la faculté d'administrer une quantité du mélange telle qu'il est toujours possible de la peser aisément, quoiqu'elle ne contienne qu'une quantité du remède si p^étite qu'on le veut.

Les avantages qu'il y a à isoler la partie active des médicaments sont plus que compensés par la longueur du travail et les connaissances chimiques qui sont nécessaires pour y parvenir. Je réponds à cette objection qu'il est de l'intérêt public que la préparation des remèdes ne soit pas très facile, car plus elle exigera de connaissances scientifiques, plus les pharmaciens chargés de la vente des médicaments en conserveront le débit exclusif.

Deuxième
objection.

ARTICLE II.

Applications à la médecine légale.

285. La médecine légale a d'autant plus besoin de l'analyse organique immédiate que l'usage des

poisons organiques en médecine devient plus fréquent, et que l'opinion que ces substances donnent la mort sans laisser de trace se propage davantage dans la société. Mais si la chimie peut éclairer les tribunaux dans la discussion des charges qui s'élèvent contre un individu prévenu du crime d'empoisonnement, il y a des cas où l'état actuel de la science ne permet pas de résoudre d'une manière satisfaisante toutes les questions qui peuvent être proposées dans une affaire criminelle de ce genre. En fixant l'attention sur les points qu'il faut éclaircir dans un sujet si grave, j'espère provoquer des recherches tout à la fois utiles à la science et à la société, et j'espère en même temps démontrer que la médecine légale a besoin des procédés analytiques les plus délicats et des connaissances chimiques les plus approfondies.

Deux choses
possibles
dans les
empoison-
nements,
1^o le poison ne
s'altère pas,
2^o le poison
s'altère.

286. Il peut arriver deux choses dans les empoisonnements produits par un principe immédiat organique dont l'espèce est bien déterminée: *ou ce principe n'éprouve pas de changement dans la nature, la proportion et l'arrangement de ses atomes élémentaires, ou il se transforme en une ou plusieurs espèces de corps différents de la sienne propre.* Je vais exposer comment il me paraît qu'on doit procéder en général pour rechercher les poisons dans l'intérieur des animaux.

287. Lorsqu'un poison a été introduit avec excès dans l'estomac, il est toujours possible de le reconnaître, mais cela n'est pas toujours possible lorsqu'il n'en a été introduit que la quantité seulement suffisante pour donner la mort. De là résulte la nécessité d'entreprendre des travaux spéciaux pour fixer jusqu'à quel point la chimie peut espérer de découvrir les poisons qui ont été introduits dans l'économie animale.

Il n'est pas toujours possible de découvrir un poison dans le cadavre d'un animal.

288. La première recherche à faire est de fixer la quantité de chaque espèce de poison qui est strictement nécessaire pour donner la mort à un animal, soit en injectant le poison dans les veines, soit en l'introduisant dans l'estomac, soit en l'appliquant sur la peau ; après avoir déterminé la quantité de poison strictement nécessaire pour tuer un individu d'une certaine espèce, on fera la même détermination sur des individus de la même espèce, mais différents du premier par l'âge, la force, le sexe, l'état de vacuité ou de pléthore dans lequel se trouve l'estomac relativement aux aliments, au moment de l'empoisonnement. On fixera par ce moyen un minimum et un maximum pour la dose de chaque poison capable de donner la mort aux individus d'une même espèce.

Première recherche. Fixer la quantité de poison nécessaire pour tuer un animal.

289. Ces mêmes expériences devront être faites sur des espèces différentes d'animaux.

Expériences
nécessaires
avant de
rechercher
le poison
dans
le cadavre
d'un animal.

290. Avant de rechercher un poison dans le cadavre d'un animal, il faut avoir fait un grand nombre d'expériences, dont j'indiquerai les principales.

(a) On prendra les principes immédiats des mêmes espèces que ceux qui constituent les liquides, les parties solides des animaux qu'on a empoisonnés, et on les mettra en contact avec chaque espèce de poison, pour étudier les résultats de cette action. Quand on opérera sur des principes immédiats à l'état liquide, il sera nécessaire de fixer les proportions de ces principes au poison, où chaque espèce de réactif cesse d'indiquer le poison, où chaque procédé d'analyse cesse de donner un résultat positif sur la présence du poison.

(b) Ayant déterminé par les recherches précédentes (a) l'action que le poison exerce sur chacun des principes immédiats qui constituent le chyle, le sang, l'urine, en un mot les liquides et les parties solides où l'on peut supposer la présence de ce poison dans le cadavre d'un animal, on mettra ces liquides et ces solides en contact avec le poison, et l'on verra s'il est possible de retrouver celui-ci; quand on le pourra, on déterminera la plus petite proportion qui est susceptible d'être reconnue. Si le liquide animal, comme le chyle, le sang, a la propriété de se coaguler spontanément, il faudra voir si le poison se fixe à la partie solide ou s'il ne s'y

fixe pas, ou bien encore s'il se partage entre la partie solide et la partie liquide.

291. Ce n'est qu'après avoir fait les expériences précédentes qu'on en tentera d'analogues pour découvrir la présence du poison dans les tissus, le sang, le chyle, les déjections des animaux empoisonnés. Avant de commencer ces nouvelles recherches, il sera bon de voir si les plus faibles proportions de poison qui peuvent être découvertes dans ces mêmes liquides, d'après les recherches exposées précédemment (*b*), sont inférieures à la quantité du poison qui a donné la mort, bien entendu en partant de la connaissance approximative qu'on peut avoir de la quantité absolue du sang, du chyle, etc., qui se trouve dans l'animal empoisonné. Dans le cas où l'on arriverait à ce résultat, on ne pourrait guère espérer de découvrir le poison par des moyens chimiques; cependant il faudrait le rechercher, parcequ'il ne serait pas impossible de le trouver concentré dans quelque endroit spécial. Dans tous les cas, cette recherche est nécessaire pour constater l'état physique et chimique des liquides et des tissus; lorsque les tissus sont de nature excitable ou irritable après la mort par des agents quelconques, il faudra essayer de les exciter ou de les irriter dans le cadavre de l'animal empoisonné.

Recherches
du poison
dans
le cadavre
après
qu'on sait
le retrouver
dans
les liquides,
les parties
solides,
les déjections
des
animaux.

Observation utile à faire. 292. Il sera utile d'observer au microscope si le poison n'a pas produit sur les principes immédiats qui nagent dans les liquides, ou sur ceux qui constituent les organes, quelque changement appréciable.

Résultats des dernières recherches. 293. Il est évident que les recherches précédentes apprendront si la mort peut être produite par des quantités de poisons organiques reconnaissables dans le cadavre par l'analyse chimique. Dans le cas où ces quantités échapperaient à l'observation, il résulterait toujours de l'étude des parties solides et des liquides appartenants aux animaux empoisonnés des connaissances bien plus satisfaisantes sur ces matières que celles que nous avons maintenant.

Recherches des poisons dans le cadavre lorsque ces poisons sont altérés par l'action des principes immédiats organiques qu'on a mis en contact avec eux. (a. b. 290.) 294. Les recherches précédentes du poison dans le cadavre supposent que les principes immédiats qui composent les liquides et les organes des animaux n'ont fait éprouver aucune altération aux poisons avec lesquels on les a mis en contact; mais, quelle que soit aujourd'hui l'in vraisemblance du cas contraire, comme on ne saurait en prouver l'impossibilité, il faudrait y avoir égard dans des recherches postérieures. Ainsi en admettant ce cas il faudrait déterminer le produit de l'altération du poison, c'est-à-dire *une de ses compositions équivalentes*; il serait important aussi de fixer *ses compositions équivalentes* dans le cas où il s'altère sous

l'influence des acides, des bases salifiables, de la chaleur, de l'électricité, etc., etc. Après cela, on chercherait le résultat de l'altération du poison dans les liquides animaux, les tissus, de la même manière qu'on a procédé à la recherche du poison non altéré (291).

295. De ce que les principes immédiats n'altèrent point un poison avec lequel on les met en contact (290), ce n'est point une raison de conclure que dans l'économie animale ils n'éprouvent aucune altération. C'est pourquoi lorsqu'on retrouve un poison dans le cadavre, il faut tâcher, autant que possible, de voir si la quantité trouvée est égale à la quantité qui a été introduite dans l'animal: si la première quantité était bien notablement moindre que la seconde, et, à plus forte raison, si elle était nulle, il faudrait rechercher si les liquides, les tissus, principalement ceux qui ont été en contact avec le poison et ceux qu'on présume y avoir été, présenteraient à l'analyse quelques substances particulières dont l'origine pourrait être attribuée à une altération du poison; c'est-à-dire qu'on en serait réduit à chercher, dans les liquides et les organes du cadavre, des composés équivalents. Une pareille recherche est sans doute ce qu'il y a de plus difficile, cependant il ne serait point raisonnable de la considérer comme impossible.

Recherches
des poisons
dans
le cadavre,
lorsque
ces poisons
sont altérés
dans
les organes
vivans
et qu'ils ne
l'ont pas été
par les
principes
immédiats
avec lesquels
on les a mis
en contact.
(a. b. 290.)

Réflexions. 296. Tout en admettant la possibilité de la décomposition des poisons organiques dans les animaux, cependant il faut avouer qu'aucun fait connu jusqu'à présent ne la démontre : l'analogie nous conduit plutôt à penser que les poisons organiques agissent sans éprouver de changement dans la nature, la proportion et l'arrangement de leurs éléments, qu'ils agissent à la manière soit du chlore, de l'iode, soit des sels solubles de baryte, qui occasionent la mort sans que la baryte éprouve de changement. Il est évident que si on démontre un jour qu'il y a des substances organiques qui empoisonnent en s'altérant, ces substances devront être distinguées de celles qui agissent sans s'altérer.

Utilité
de la
connaissance
des
phénomènes
de la
putréfaction.

297. La connaissance des phénomènes de la putréfaction est indispensable dans beaucoup de cas où il s'agit de remonter à une époque plus ou moins éloignée de celle où l'on soupçonne qu'une personne dont on a retrouvé le cadavre a été la victime d'un crime.

ARTICLE III.

Applications à l'anatomie.

298. L'anatomie peut être considérée sous deux points de vue, comme indispensable au chirurgien

pour le guider sûrement dans ses opérations, et comme utile aux sciences qui traitent de l'organisation. C'est principalement sous ce dernier rapport que l'analyse immédiate est susceptible de rendre de grands services à l'anatomie.

299. L'anatomie, au moyen du scalpel, réduit les corps des animaux en parties que l'œil juge être différentes les unes des autres; elle est à proprement parler l'analyse mécanique des êtres organisés. Mais cette analyse est bien grossière; car on est arrêté dès qu'on est parvenu à isoler un tissu d'apparence homogène. Les meilleurs anatomistes ont si bien senti la nécessité de franchir cette limite, qu'ils ont employé la macération, la dissolution; mais ces moyens sont chimiques, conséquemment, puisqu'on y a recours, il faut accepter de la chimie tous les procédés qu'elle peut fournir à l'étude des organes.

300. L'analyse organique immédiate donnera des lumières certaines pour distinguer les tissus élémentaires; elle les caractérisera, et enseignera à les reconnaître; c'est elle seule qui pourra constater si des tissus sont simples ou composés, c'est-à-dire formés d'un seul ou de plusieurs principes immédiats.

ARTICLE IV.

Applications à l'anatomie pathologique.

301. Parmi les questions les plus importantes que l'anatomie pathologique élève, il en est qui ne peuvent être complètement résolues qu'avec le concours de la chimie. Pour s'en convaincre, il suffit de réfléchir à l'état actuel de l'anatomie pathologique au sujet de la transformation des tissus, des maladies des tissus, et de celles des liquides.

Transforma-
tion
des tissus.

302. Les anatomistes du premier ordre sont partagés pour savoir si un tissu dans l'économie animale peut se changer en une ou plusieurs matières différentes de celle qui constitue ce tissu dans l'état sain. Pour peu qu'on parcoure ce qu'on a écrit à ce sujet, on verra que la question de la transformation n'a jamais été posée avec les développements nécessaires; car, si elle l'avait été, les anatomistes auraient attendu que la chimie eût prononcé, avant d'émettre une opinion positive. J'expose les cas où il y aurait transformation.

Trois cas
où il y aurait
transforma-
tion dans un
tissu.

1^o Un tissu éprouve un changement dans l'arrangement de ses éléments, il peut en résulter un principe immédiat ou plusieurs principes immédiats dont la composition est équivalente à celle du premier tissu.

2° Un tissu éprouve un changement dans l'arrangement et la proportion de ses éléments de manière qu'une certaine quantité de ces éléments est éliminée du tissu.

3° Un tissu éprouve un changement par le contact d'une matière qui lui est étrangère, et qui, en se combinant avec la totalité ou seulement avec une portion de la matière de ce tissu, donne naissance à des principes immédiats distincts de celui ou de ceux qui le constituaient.

303. Je ne pense point qu'il y ait d'autres cas que ceux que je viens de citer auxquels on puisse appliquer le nom de transformation. D'après ce qui précède, il est évident que la question de la transformation ne pouvait être posée que par la chimie; et l'avoir circonscrite comme je viens de le faire est déjà un premier pas à sa solution. Il est visible maintenant que, pour savoir si un tissu s'est changé en un autre, il faut avoir recours à la chimie; car, pour le premier ou le second cas, elle seule peut faire connaître les compositions équivalentes à celle du premier tissu. Quant au troisième cas, il exige encore le concours de la chimie; mais en prouver la réalité est d'une extrême difficulté: car il ne suffirait pas pour la démontrer que la matière provenant de la transformation d'un tissu ne contient point de trace du principe immédiat qui constituait ce tissu, puisque l'on admet géné-

ralement le renouvellement de la matière qui constitue les organes des animaux, et qu'on pourrait partir de là pour dire que le tissu originel a été éliminé du corps, et que d'autres principes immédiats en ont pris la place sans qu'il y ait eu transformation. J'ajoute que, si l'on peut faire cette objection lorsque la matière qu'on prétend être le résultat de la transformation d'un tissu ne contient plus de trace de ce dernier, à plus forte raison est-il difficile de prouver qu'il y a eu transformation dans le cas où une matière contient une quantité plus ou moins grande du tissu originel. Par exemple, examinons l'opinion des physiologistes qui pensent que les muscles se changent en adipocire dans l'économie animale. J'ai analysé les muscles d'une brebis, qu'on disait changés en gras, et j'y ai trouvé $\frac{1}{5}$ de fibrine; les autres $\frac{4}{5}$ étaient une matière grasse, non de l'adipocire, mais de la stéarine, de l'oléine, de l'hircine, fusibles à 32°. Des muscles humains prétendus changés en gras m'ont présenté des résultats analogues: ils contenaient de la fibrine; de la stéarine et de l'oléine fusibles à 19°. D'où je conclus 1° qu'il est faux de dire que les muscles que j'ai examinés étaient changés en adipocire, puisque celle-ci est formée d'acides gras fixes, et que ces muscles n'ont offert à l'analyse que les principes immédiats de la graisse qui est propre à l'homme et au mouton; 2° que, quoique rien ne démontre l'impossibilité d'une production de

graisse aux dépens de la fibrine des muscles, cependant comme ces organes, dans l'état normal, sont accompagnés de graisse, l'explication la plus naturelle qui se présente au sujet de l'origine de la grande quantité de graisse qu'on trouve dans le tissu musculaire de quelques individus est de la rapporter à une sécrétion de graisse plus abondante que celle qui aurait été sécrétée si ces individus n'eussent pas été malades.

304. Un tissu est malade quand il ne remplit plus les fonctions auxquelles il est destiné. Sa maladie peut tenir, 1° à une interruption de communication avec les organes qui le mettent en jeu; c'est ce qui arrive aux muscles dans la paralysie; 2° à une altération du tissu même; dans ce dernier cas la chimie est d'une haute importance pour constater la nature du tissu altéré; 3° à ce qu'un tissu se trouve enveloppé ou pénétré d'une matière qui peut être étrangère à ce tissu, ou qui s'y trouve dans une proportion plus considérable que celle qui est nécessaire; telle est la sécrétion des phosphates de chaux et de magnésie dans des cartilages qui ne sont pas destinés à devenir osseux.

Maladies
des tissus.

305. Les liquides sont malades lorsqu'ils sont altérés dans leur composition immédiate, soit qu'il y ait un changement dans la proportion des principes immédiats qui devrait exister, soit qu'il y ait

Maladies
des liquides.

absence d'un de ces principes, soit qu'il y ait addition d'un nouveau principe, soit enfin qu'il y ait absence d'un des principes essentiels à la composition du liquide, et en même temps présence d'un principe immédiat nouveau. C'est en examinant sous ce point de vue les liquides des individus malades qu'on arrivera certainement à des résultats importants. Déjà j'ai constaté que, dans la maladie ictérique accompagnée de l'induration du tissu cellulaire dans les nouveau-nés, le sang est malade : il présente deux substances colorantes qui ne se trouvent pas dans le sang des enfants bien portants, ou, si elles s'y trouvent, c'est dans une proportion très faible. En outre, on y rencontre une matière qui donne au sérum, séparé de la fibrine, la propriété de se coaguler spontanément. Les principes colorants expliquent la couleur du tissu cellulaire pénétré de sérum, et la matière spontanément coagulable de ce sérum expliquerait l'induration du tissu cellulaire, s'il était démontré que cette matière n'existe pas dans le sang des enfants bien portants ou ne s'y trouve que dans une proportion très faible, et en outre que cette matière peut se coaguler dans le tissu cellulaire comme elle se coagule dans le sérum qu'on a extrait des cadavres des enfants morts de l'induration.

506. Si on juge l'anatomie pathologique utile au médecin, on reconnaîtra nécessairement les

services que peut lui rendre l'analyse organique immédiate ; car elle seule peut fixer ce qu'il y a de certain dans la nature des tissus , dans celle des liquides qui ont éprouvé quelque altération , en faisant connaître les principes immédiats qui les constituent. Il est évident que l'anatomie pathologique sans le concours de la chimie ne peut constater dans les substances altérées que des propriétés physiques qui sont insuffisantes pour donner des notions positives sur la nature des changements que des organes ou des liquides ont éprouvés.

307. Les altérations de l'urine , de la salive et des déjections de tout genre qui peuvent être considérées comme se rattachant à l'anatomie pathologique , sont encore du ressort de la chimie. Il est probable qu'on parviendra quelque jour à établir des rapports importants entre la composition de telles déjections et celle des organes qui les ont sécrétées.

ARTICLE V.

Applications à la physiologie.

308. Que l'on examine les fonctions les plus remarquables des animaux , et on verra qu'il n'en est pas une seule dont l'étude puisse se passer de la chimie. Voyez la respiration , la digestion , les sécrétions ! C'est la chimie qui a découvert la com-

position du sang ; c'est elle qui nous a appris que les principes immédiats les plus abondants des corps des mammifères, tels que l'albumine, la fibrine, la matière grasse cérébrale, l'urée, les sels, etc., sont tous formés dans le sang ; et qui a par là beaucoup diminué l'étendue des hypothèses qu'on peut faire sur les sécrétions. Elle expliquera quelque jour le rôle que jouent les corps inorganiques dans les fluides animaux. Déjà j'ai été conduit à reconnaître que les principes immédiats qui, dans ces fluides, sont accompagnés d'un alcali reçoivent de la présence de l'alcali un accroissement dans leur tendance à agir sur l'oxygène ; déjà j'ai apprécié une influence très remarquable qu'ont les sels des fluides animaux pour modifier l'action que l'eau qui les tient en dissolution exerce, soit sur les principes immédiats contenus dans ces fluides, soit sur les principes immédiats qui constituent les vaisseaux, les membranes, dans lesquels ces fluides sont renfermés.

ARTICLE VI.

Applications à la thérapeutique.

309. Les maladies ne se manifestent au médecin que par des phénomènes que présentent les solides et les liquides qui constituent le corps du

malade, phénomènes qui sont différents de ceux que présentent les mêmes substances dans l'état de santé. C'est en les étudiant que le médecin peut remonter au siège d'une maladie, à sa nature, et qu'il est ainsi conduit à employer certains moyens pour la combattre. Si l'on admet que la connaissance la plus approfondie possible des phénomènes, connaissance qui comprend nécessairement celle des principes immédiats qui constituent les tissus et les liquides malades, est d'une indispensable nécessité au médecin qui veut s'entourer du plus de lumières possible, l'utilité de la chimie organique pour la thérapeutique sera démontrée : ne l'est-elle pas d'ailleurs, si l'on se rappelle ce que j'ai dit de l'utilité de cette science pour la pharmacologie (282 et suivants), pour la physiologie (308), et si l'on admet en outre que la préparation des remèdes et la physiologie sont utiles à la thérapeutique!

310. Les remèdes les plus héroïques de la médecine n'ont été trouvés que par des essais, des expériences. Si donc on ne veut pas laisser exclusivement aux siècles les moins éclairés l'honneur de les avoir découverts, si l'on pense qu'il est possible d'en découvrir de nouveaux, il est indispensable de s'éclairer du flambeau des sciences; ce n'est qu'en concentrant toutes les lumières que le médecin justifiera des tentatives hardies, et répondra

par là à ceux qui voudraient le confondre avec l'aveugle empirique.

Exemple.

311. Je citerai un exemple applicable au sujet que je traite. On veut introduire de l'eau dans les veines : si l'on a dessein d'affaiblir la réaction des parois de ces vaisseaux sur les liquides qui s'y trouvent contenus, on y réussira merveilleusement, comme on pourra s'en convaincre en lisant ce que j'ai dit de l'influence que l'eau exerce sur les propriétés physiques des tissus organiques, telles que la souplesse, l'élasticité; mais si l'on veut que les vaisseaux conservent plus ou moins de leur ressort, il faudra nécessairement employer un autre liquide que l'eau pure, par exemple de l'eau contenant des sels en dissolution, car mes expériences ont démontré que l'eau salée et l'eau pure n'ont pas la même action sur les tissus organiques; ceux-ci ont en général moins de tendance à absorber le premier liquide qu'ils en ont à absorber le second.

ARTICLE VII.

Applications à la zoologie.

312. La classification des animaux a été peu satisfaisante, tant qu'on s'est borné à ne considérer ces êtres que par la forme extérieure de leurs parties visibles; elle n'est devenue scientifique que de-

puis qu'on a recherché dans les organes intérieurs les caractères zoologiques du premier ordre : c'est alors qu'on a pu établir une telle coordination entre les caractères que, de la connaissance d'un certain organe donné, on s'est élevé à celle des autres organes appartenants à une même espèce d'animal : c'est d'après ce principe que des ossements qui étaient épars dans les couches de la terre ont été rassemblés, et qu'on a vu avec étonnement des espèces reproduites dont auparavant on ne soupçonnait même pas l'existence.

313. Puisque la zoologie a tiré de si grands secours de l'anatomie comparée, et qu'il est tout aussi évident qu'elle peut en tirer de la physiologie comparée, il en résulte que la chimie qui, comme je l'ai dit plus haut, est susceptible de perfectionner l'anatomie et la physiologie en général, perfectionnera la zoologie. On ne doit point oublier que, pour connaître un animal, il faut étudier non seulement sa forme, son organisation, mais encore ses fonctions, c'est-à-dire ses mœurs, ses habitudes, ses facultés. Pour parvenir à cette fin, le naturaliste a besoin du concours de toutes les sciences physiques, afin de considérer les animaux sous toutes leurs faces. Il faut donc qu'après les avoir considérés sous le rapport anatomique et physiologique, sous le rapport du rang qu'occupe chaque espèce dans le système zoologique, il les considère avec

le chimiste comme des êtres composés d'un grand nombre de principes immédiats, et non plus comme des individus, comme de simples formes; il faut qu'il envisage les variétés d'une même espèce comme pouvant différer l'une de l'autre,

1° Par la proportion des mêmes principes immédiats, ce qui entraîne des différences dans la grandeur, dans la forme des parties homologues, et conséquemment dans la forme de l'être lui-même;

2° Par la soustraction de quelques principes immédiats ou par le développement de nouveaux principes. Ainsi des substances colorantes existent dans certains individus d'une même espèce, et n'existent point dans d'autres.

En recherchant les causes des variétés dans les circonstances extérieures, dans les dispositions maladives des individus, je ne doute point qu'on n'arrive à des résultats aussi importants qu'ils sont imprévus maintenant; et comme la zoologie a gagné sous l'influence de l'anatomie comparée, elle gagnera sous l'influence de la physiologie comparée.

RÉSUMÉ DE CE CHAPITRE,

CONSIDÉRATIONS ET RÉFLEXIONS GÉNÉRALES.

314. Pour étudier les êtres organisés, qui présentent à notre observation des phénomènes si nombreux et si compliqués en apparence, il a fallu les envisager sous plusieurs rapports généraux : l'étude approfondie des êtres organisés, suivant chacun de ces rapports, est devenue une branche distincte de leur histoire, ainsi :

Branches
diverses
de l'histoire
des êtres
organisés.

A. La *zoologie* et la *botanique proprement dite*, après avoir distingué les animaux et les plantes en espèces et en variétés, coordonnent les espèces suivant les rapports plus ou moins intimes qu'elles ont entre elles.

Objet
de la
zoologie,

B. L'*anatomie* étudie les organes des êtres sous le rapport de leur forme, de leur grandeur, de leur structure, de leur position, de leurs connexions.

de
l'anatomie,

Elle est *particulière* quand elle étudie les organes d'un seul être.

Elle est *comparée* quand elle étudie le même organe dans une série d'êtres.

Elle est *animale* ou *végétale* suivant qu'elle est appliquée aux animaux ou aux plantes.

Elle est *pathologique* si elle considère des organes malades.

de la
physiologie,

C. La *physiologie* considère cette succession de phénomènes que présentent les êtres organisés depuis le moment où ils sont perceptibles à nos sens jusqu'à celui où ils ont cessé de vivre.

Comme l'anatomie, elle est *particulière* ou *comparée*, suivant qu'elle s'applique à un seul être ou à une série d'êtres; elle est *animale* ou *végétale*, suivant qu'elle s'applique à des animaux ou à des plantes; enfin elle est *pathologique*, si elle s'applique à des êtres organisés malades.

de l'hygiène,
de la
thérapeutique
et de la
pharmacie.

D et E. Du besoin qu'a l'homme de conserver sa santé et de la recouvrer une fois qu'il l'a perdue sont nées l'*hygiène* et la *thérapeutique*; cette dernière, en profitant de l'anatomie et de la physiologie pathologiques, prescrit un traitement et des médicaments que la pharmacie apprend à préparer.

Zoologie,
anatomie,
physiologie,
thérapeutique,
considérées
indépendamment
de la
chimie.

315. Telles sont les branches principales de l'histoire des êtres organisés. Si nous considérons chacune d'elles en particulier, abstraction faite des connaissances chimiques qui s'y rattachent, nous verrons :

1° Que la *zoologie*, en ne considérant les êtres organisés que relativement à leur forme et à leurs organes envisagés anatomiquement, subsistera telle qu'elle est maintenant, à peu de chose près;

2° Qu'il en sera de même de l'*anatomie*, puisque la forme, la structure, la grandeur, la posi-

tion, les connexions des organes peuvent être déterminées indépendamment de leur composition chimique ;

5° Que la *physiologie*, malgré un besoin de la chimie plus immédiat que n'en ont la zoologie et l'anatomie, subsistera encore, puisqu'elle pourra considérer le développement, l'accroissement d'un être organisé en faisant abstraction de sa composition chimique ; qu'elle pourra étudier des phénomènes tels que ceux de la circulation du sang, de la contraction de la fibre musculaire, de la sensation transmise par les nerfs, indépendamment de la nature chimique du sang qui circule, indépendamment de celle de la fibre, de celle du nerf. *Le sang, la fibre, le nerf, ne seront que des formes matérielles limitées où se passent des phénomènes si importants, si différents de ceux que présente la matière inorganique, qu'il a semblé inutile à beaucoup de gens de prendre en considération la matière même de ces substances : c'est ainsi que les zoologistes, les anatomistes ont étendu les noms de muscles, nerfs, etc., dans des animaux invertébrés, dépourvus d'organes circulatoires pour le mouvement d'un liquide, à des parties qui remplissent des fonctions analogues à celles que remplissent les muscles, les nerfs, etc., chez l'homme et les animaux supérieurs, avant d'avoir constaté s'il existe des rapports chimiques entre ces parties ;*

4° Que la *thérapeutique*, s'occupant de rétablir les fonctions vitales qui ont été troublées dans l'harmonie qu'elles doivent avoir pour l'entretien de la vie, pourra prescrire un traitement, des médicaments, d'après l'observation de certains signes, de certains symptômes qui annoncent un dérangement que l'observation et l'expérience ont appris à combattre. Il est de toute évidence que ces symptômes peuvent être observés, que des médicaments peuvent être prescrits sans que le médecin considère la nature chimique du corps du malade et celle des médicaments.

Chimie
prise
en considé-
ration.

316. Si nous réunissons maintenant toutes les notions fournies à l'histoire des êtres organisés par la zoologie, l'anatomie, la physiologie, la thérapeutique, nous n'aurons qu'un recueil insuffisant pour bien connaître cette histoire, parcequ'il y manquera la connaissance des principes immédiats auxquels se rapportent en dernier ressort toutes les observations que nous faisons sur les êtres organisés. J'ai démontré dans les articles 3, 4, 5, 6 et 7 de ce chapitre, combien il est avantageux de considérer les êtres organisés, sous le point de vue chimique, comme des réunions de principes immédiats, bien entendu en faisant concourir cette considération avec celles de la zoologie, de l'anatomie, de la physiologie et de la thé-

rapeutique. J'ai été conduit de cette manière à faire voir que la chimie organique est utile :

1° Parceque l'anatomie ne peut être considérée comme complète qu'autant qu'on a déterminé les espèces des principes immédiats qui constituent les organes des êtres vivants ;

2° Parceque les altérations que subissent les tissus et les liquides par les maladies ne peuvent être complètement déterminées dans leur nature que par la chimie ;

3° Parceque cette dernière est seule capable de déterminer les rapports des éléments avec les corps des êtres organisés qui s'en nourrissent , de fixer les rapports du sang avec les matières des sécrétions ;

4° Parceque la chimie , en donnant les moyens d'isoler la partie active de beaucoup de médicaments , fait disparaître une cause d'incertitude dans la prescription des remèdes ; et l'on doit admettre l'utilité de la chimie pour la thérapeutique , si l'on admet d'ailleurs pour cette dernière l'utilité de l'anatomie pathologique et de la physiologie , puisque celles-ci sont susceptibles d'être perfectionnées par la chimie.

§ 17. Les considérations suivantes sont encore de nature à démontrer l'utilité de la chimie dans la manière d'envisager plusieurs points de l'histoire des êtres organisés.

Nouvelles
considérations
qui prouvent
l'utilité
de la chimie
pour
l'histoire
des êtres or-
ganisés.

Première
considération

De la nature
des muscles
et des nerfs.

318. J'ai dit plus haut (315) comment les zoologistes et les anatomistes ont admis, dans les animaux dépourvus d'organes pour la circulation d'un liquide nourricier, l'existence des muscles, des nerfs, comme il y en a chez les animaux vertébrés pourvus d'un liquide rouge circulant dans un système de vaisseaux; mais que de choses dont on a fait abstraction dans ces conclusions, et cependant que de conséquences remarquables auxquelles on est conduit, suivant qu'on adopte l'identité de composition entre les muscles et les nerfs des animaux vertébrés et les muscles et les nerfs des animaux sans vertèbres, ou bien qu'on adopte l'opinion contraire! Examinons les conséquences de chacune de ces opinions.

(a) *Si les muscles et les nerfs sont identiques dans tous les animaux où se manifestent la contractilité et la sensibilité*, n'est-il pas remarquable que les mêmes principes immédiats qui les constituent se forment dans des circonstances si différentes; en effet, dans les animaux invertébrés, les annélides exceptés, le liquide nourricier n'est pas rouge; si les mollusques, les annélides, les crustacées sont pourvus d'un système de vaisseaux où circule ce liquide, les insectes sont dépourvus d'un pareil système; et cependant il faut admettre que le liquide nourricier de ces animaux contient, comme le sang des vertébrés, de la fibrine, base des muscles, et des substances qui entrent dans la

composition des nerfs. Dès lors il faut reconnaître que les principes les plus essentiels à la vie se forment dans des conditions extrêmement différentes et dans des appareils extrêmement variés.

(b) *Si les muscles et les nerfs sont formés de principes immédiats différents dans les vertébrés et dans les invertébrés*, on en doit conclure que les propriétés les plus remarquables de la vie appartiennent à des matières dont la composition n'est pas identique; et cette diversité de composition conduit à admettre des différences plus ou moins grandes dans la nutrition des êtres organisés, et dans le mode de leurs sécrétions: la vie animale s'étendant à des compositions diverses, il est bien naturel de penser que nous ne pouvons, d'après nos facultés, nous faire une idée de celles des êtres organisés, en ne supposant qu'une simple diminution d'énergie de nos facultés.

319. Une conséquence de la manière d'envisager les animaux et les végétaux comme un ensemble de principes immédiats, c'est que *l'accroissement par intussusception*, au moyen duquel on distingue, en histoire naturelle, les êtres organisés des minéraux, dont *l'accroissement se fait par juxtaposition*, est un caractère qui doit être développé, pour ne pas être une cause d'inexactitude dans les idées. L'expression d'*accroissement par intussusception* n'est juste qu'autant qu'elle s'applique

Deuxième
considération

De l'accroissement
des êtres
organisés
par intussusception.

à une apparence d'augmentation d'un corps vivant de l'intérieur à l'extérieur; mais, si vous considérez les principes immédiats qui constituent les tissus, les organes d'un être vivant, vous verrez que chacun d'eux en particulier ne peut croître que par juxtaposition, comme les minéraux. L'opposition qu'on a cherché à exprimer entre l'accroissement des êtres organisés et des êtres inorganisés n'existe donc que parceque l'on considère une plante ou un animal comme un corps unique, de même que la masse inerte à laquelle on le compare; cette expression n'est donc exacte qu'autant qu'elle sert à énoncer très brièvement la différence que présente l'être organisé d'avec le minéral, lorsqu'on a d'ailleurs considéré préalablement l'accroissement de chacun des organes de l'être vivant.

Troisième
considération

De la
distinction
établie entre
les animaux
et
les végétaux,
d'après
l'inégale pro-
portion
de l'azote
qu'ils
contiennent.

520. Quelques naturalistes ont cru qu'on pouvait établir une distinction entre les végétaux et les animaux, relativement à la proportion de l'azote, qui est plus grande dans ceux-ci que dans les plantes; mais cette distinction est susceptible d'être mal interprétée quand elle n'est pas suffisamment développée. Si on prend un tronçon d'un animal et un tronçon d'une plante ligneuse, et qu'on les considère indépendamment de la nature de leurs principes immédiats, on trouvera une proportion d'azote plus forte dans le premier tronçon que dans le second. Mais si l'on a égard à la nature

de ces mêmes principes immédiats, on en trouvera dans les végétaux qui sont tout aussi azotés que le sont ceux qui font partie des animaux : par conséquent, pour que la distinction dont je parle soit exposée convenablement, il faut dire *qu'en général* la masse des principes immédiats azotés est proportionnellement plus forte dans les animaux que dans les plantes ; mais cette distinction n'est point assez tranchée pour servir de caractère.

321. Ainsi que je l'ai dit dans l'introduction, je me suis imposé la loi de ne présenter dans les applications de la chimie à l'histoire des êtres organisés que des faits détachés, au lieu de faits liés entre eux par des vues plus ou moins systématiques ; mais si j'ai évité par là qu'on me reprochât de vouloir établir *une médecine chimique*, et qu'on me confondît avec les partisans d'*hypothèses médicales* que je regarde comme aussi dangereuses dans l'enseignement qu'elles le sont dans le traitement des maladies, n'ai-je pas encouru le reproche de n'avoir présenté pour preuves de l'utilité des applications de la chimie aux différentes branches de la science médicale que des faits si particuliers qu'ils ne se rattachent qu'à quelques faibles rameaux de cette science, et que la lumière qui jaillit de ces applications est si faible qu'elle est presque insensible, quand on considère la vaste étendue qu'il faudrait éclairer. Assurément si j'étais dans le cas.

Dernières
réflexions.

que ce reproche pût m'être adressé avec quelque fondement, l'objet que je me suis proposé dans ce chapitre ne serait qu'incomplètement rempli ; c'est donc dans l'intention de m'en mettre absolument à l'abri que j'ajouterai à ce que j'ai dit quelques réflexions générales sur l'esprit de recherche qui me paraît le plus propre à l'avancement de l'histoire des animaux en général, et à celui de la médecine en particulier.

Étude
des
phénomènes
de la vie
telle que je la
conçois.

322. Il est d'autant plus nécessaire de procéder avec méthode dans l'étude des phénomènes que présentent les animaux pendant leur vie, que ces phénomènes sont plus compliqués, et que nous éprouvons plus de difficultés pour en démêler les causes. Il me semble que l'on se conformera au principe de procéder du simple au composé, du connu à l'inconnu, si l'on étudie d'abord dans le cadavre avec les lumières de l'anatomie et de la chimie les organes et les liquides où se passent les phénomènes physiologiques qu'on veut connaître, si ensuite on étudie ces phénomènes eux-mêmes, et enfin si on recherche les causes d'où ils émanent.

I. ÉTUDE
DU CADAVRE.
(a) Étude
des organes
dans
un animal,

323. Fixez l'étendue des organes quand l'anatomie le permettra ; si elle ne le permet pas, dites que les limites de cette étendue sont inconnues ; étudiez les organes dans leurs connexions ; déterminez,

au moyen de la chimie , les différentes espèces des principes immédiats qui les constituent ; constatez les propriétés de ces principes d'après la méthode qui a été exposée dans le troisième chapitre de cet ouvrage , et attachez-vous principalement à reconnaître l'action qu'ils éprouvent de la part de l'air , de l'eau pure , de l'eau qui tient des sels en solution , de la part des poisons , des médicaments , en un mot , de toutes les substances qui peuvent se trouver en contact avec eux dans l'économie animale.

sous le point
de vue de
l'anatomie
et
de la chimie.

324. Recherchez , dans des animaux de différentes classes , de différentes familles , l'étendue relative , la structure , les connexions , la nature chimique des mêmes organes ; par ce moyen , vous pourrez faire des observations qui vous auraient échappé d'abord , parceque les premiers objets qui ont été sous vos yeux auraient été trop petits , trop confondus pour être démêlés nettement.

(b) Étude
des organes
sous le point
de vue de
l'anatomie
comparée.

325. Après l'étude des organes , examinez les liquides qui peuvent les baigner ou y être contenus. Toutes les connaissances qui se rapportent à la nature des liquides animaux considérés dans le cadavre , et qui sont susceptibles d'éclairer la physiologie , appartiennent exclusivement à la chimie. Examinez d'abord ces liquides au microscope , car il importe beaucoup de savoir s'ils contiennent des

(c) Étude
des liquides
dans
un animal,
sous le point
de vue
chimique.

globules en suspension ou s'ils en sont dépourvus ; vous noterez la densité, les propriétés chimiques, l'odeur des liquides, etc. ; vous rechercherez, lorsqu'ils circulent dans un système de vaisseaux, s'ils sont identiques dans toutes les parties de ce système. Vous ne devez pas négliger de reconnaître l'action qu'ils peuvent exercer sur les tissus qui sont en contact avec eux pendant la vie.

(d) Étude
des liquides
dans les
différentes
espèces
d'animaux.

326. Par la même raison que vous avez étudié les organes qui passent pour être analogues dans des animaux d'espèces différentes, étudiez pareillement les liquides que vous regardez comme analogues dans des animaux de différents ordres, de différentes familles ; la comparaison des liquides dans les diverses espèces du règne animal me paraît une branche de la physiologie comparée qui n'a point été étudiée dans son ensemble.

(e) Étude
des organes
sous le point
de vue de
l'anatomie
pathologique

327. Occupez-vous ensuite de l'examen des organes, des liquides, non plus à l'état normal, mais lorsqu'ils sont malades ; observez avec soin les changements que les maladies apportent dans les propriétés et la composition chimique de ces organes, de ces liquides. Voyez si ces changements portent sur de nouveaux principes immédiats, sur l'absence des principes immédiats nécessaires à la vie, ou s'ils ne tiennent qu'à des proportions

différentes des principes immédiats qui constituent les organes à l'état normal.

328. Ce n'est qu'après avoir recueilli toutes les connaissances que l'anatomie et la chimie sont capables de donner sur la constitution des organes et des liquides, qu'il faudra aborder les phénomènes physiologiques.

II. ÉTUDE
DES
PHÉNOMÈNES
DE LA VIE.

329. Commencez par constater le lieu où les phénomènes que vous voulez étudier se manifestent, ou plutôt les solides, les liquides qui les présentent : s'ils sont spéciaux à un organe, vous verrez si les limites de l'espace où se montrent les phénomènes coïncident avec les limites de l'organe qui ont pu être fixés par l'anatomie ; ou, si elles ne l'ont point été, il faudra essayer de le faire, soit par la simple observation, soit par la voie de l'expérience. Vous déterminerez donc avec soin les phénomènes spéciaux aux différents organes, et ceux qui appartiennent à plusieurs. Les influences de la température, de l'air en repos, de l'air en mouvement, de l'eau liquide et de l'eau à l'état de vapeur devront être appréciées non seulement dans leurs effets généraux sur l'économie animale, mais encore dans leurs effets particuliers sur certains organes.

(a) Étude
des
phénomènes
de la vie
dans
l'état normal
des
animaux.

330. Les phénomènes que présentent les or-

(b) Ét

des
phénomènes
de la vie
dans l'état
pathologique

ganes et les liquides dans les maladies devront être étudiés suivant la méthode précédente. On n'oubliera jamais que toutes les fois qu'on voudra tirer quelque conclusion de l'examen chimique d'un tissu, d'un liquide, affectés d'une maladie, il ne faudra le faire qu'après avoir soumis à un examen comparé ce tissu, ce liquide dans l'état normal.

III. DE
LA RECHERCHE
DES CAUSES
D'OU
ÉMANENT
LES
PHÉNOMÈNES
DE LA VIE.

Il n'est pas
conséquent
à la méthode
des sciences
physico-
chimiques
d'affirmer
maintenant
que les
causes des
phénomènes
de la vie
sont
identiques
avec
les causes
des
phénomènes
de la matière
brute.

Il faudrait
exercer cette
méthode.

331. Plusieurs savants qui ont étudié les phénomènes de la vie ne sont que trop disposés à croire que les sciences physico-chimiques ont une tendance naturelle à confondre les causes de ces phénomènes avec les forces qui régissent la matière brute; mais c'est à tort. Si quelques auteurs ont affirmé que les phénomènes de la vie ont les mêmes causes que les phénomènes électriques, magnétiques, chimiques, etc., il est aisé de démontrer qu'ils n'ont point été fidèles à la méthode des sciences physico-chimiques sur lesquelles ils ont prétendu s'appuyer; car cette méthode prescrit de *prouver qu'un effet qu'on rapporte à une cause en provient réellement*. Conformément à ce principe, ceux qui ont dit que la chaleur, la lumière, l'électricité, le magnétisme, les affinités, sont les causes de la vie comme ces forces le sont des effets que nous y rapportons dans l'étude de la physique et de la chimie, auraient dû pour démontrer leur assertion procéder de la manière suivante : *les parties d'un*

corps vivant dans lesquelles des forces agissent, manifestent des phénomènes semblables à ceux que manifestent des corps inorganiques qui sont soumis également à l'influence des mêmes forces. Par exemple, si on voulait expliquer un phénomène physiologique par de l'électricité répandue sur deux surfaces d'une membrane, comme l'électricité l'est sur les deux surfaces d'une bouteille de Leyde, il faudrait démontrer que la substance de la membrane est isolante pour l'électricité qui la recouvre; que sur l'une des surfaces une portion d'électricité est libre; que les deux surfaces mises en communication par un corps conducteur de l'électricité se déchargent, tandis qu'elles ne se déchargent point par un corps non conducteur, etc. Enfin, après avoir considéré chaque phénomène dans son plus grand état de simplicité, et l'avoir rapporté à la force qui le produit s'il est simple, ou aux forces qui le produisent s'il est complexe, il aurait fallu démontrer comment toutes les forces de la nature inorganique concourent à l'admirable harmonie des fonctions que présentent les êtres organisés depuis leur premier développement jusqu'au moment où tous leurs éléments ont été rendus au monde extérieur; car, lorsqu'on admet que les forces de la nature inorganique sont identiques avec celles de la nature organique, on doit admettre nécessairement que toutes ces forces sont connues; que leurs effets, au moins les princi-

paux, sont déterminés; et conséquemment que l'on est en état, en remontant de ces effets à leurs causes, d'expliquer comment chaque espèce de force concourt au mécanisme de la vie.

C'est ce
qu'on n'a pas
fait.

332. Si l'on jette les yeux sur les ouvrages généraux où l'on a professé l'opinion que j'examine, on n'y trouvera rien de précis, rien de philosophique. On verra qu'au lieu de commencer par les phénomènes les plus simples on commence par les plus compliqués, et qu'on ne prouve nullement le rapport qui devrait exister entre un effet et la cause à laquelle on l'attribue. Il y a plus, c'est que tel auteur qui a avancé en principe que la chaleur, l'électricité, la lumière sont les causes des phénomènes physiologiques, lorsqu'il vient à l'explication des faits particuliers, admet, non plus la chaleur, l'électricité, la lumière, telles que le physicien les a étudiées dans leurs effets, mais des modifications de ces forces, c'est-à-dire des forces qui ne sont pas identiques avec celles qu'il a admises d'abord.

Il n'est pas
conséquent
à la méthode
philosophi-
que d'expli-
quer dans le
moment ac-
tuel tous les
phénomènes
de la vie, par
une ou plu-

333. De ce que je condamne de pareils ouvrages on ne doit pas conclure que je partage l'opinion des savants qui prétendent expliquer les mystères de l'organisation par une ou plusieurs forces qu'ils appellent vitales. Lorsque les partisans de cette opinion me disent que les êtres vivants présentent

des phénomènes différents de ceux des corps bruts, que rien dans la nature inorganique ne peut nous donner une idée de la raison de l'homme, j'approuve leur langage, je réfléchis, et j'admire! Mais, lorsqu'au moyen d'une ou de plusieurs forces vitales ils prétendent expliquer les phénomènes physiologiques, je trouve que leur manière de philosopher ressemble tout-à-fait à celle que j'ai blâmée dans les savants qui professent l'opinion contraire à la leur : car ils prennent un phénomène sans avoir cherché préalablement s'il est simple ou complexe, et ils demandent si ce phénomène peut être expliqué par les affinités, par les forces électriques, magnétiques, etc. ? Et, parceque dans le moment actuel, comme je l'ai dit, il est impossible de répondre affirmativement à cette question en s'appuyant sur des preuves évidentes, ils en concluent que le phénomène dépend d'une ou de plusieurs forces qui sont particulières aux corps vivants. Il est visible qu'ils arrivent à une pareille conclusion par la méthode d'exclusion : mais la philosophie ne permet l'usage de cette méthode dans la recherche des causes des phénomènes *que dans les cas seulement où l'on a la certitude que le nombre des causes auxquelles un effet peut être rapporté est fixé invariablement, et que l'on prouve que cet effet ne peut être rapporté à aucune de ces causes excepté à une seule.* Maintenant les forces physiques et chimiques sont-elles assez connues dans leur essence et dans leurs

sièurs forces vitales qu'on affirme être absolument distinctes des forces qui régissent la matière brute.

effets pour que nous puissions affirmer avec quelque raison que tel phénomène des corps vivants en est absolument indépendant ? Non certainement ; les rapports des forces électriques avec celles qui produisent les combinaisons sont bien loin d'être fixés ; la cohésion , cause de l'agrégation des atomes homogènes , c'est-à-dire la force chimique la plus simple à en juger par ses effets , est précisément celle dont nous sommes le plus éloigné de connaître la nature ; les rapports de la cohésion avec l'affinité sont encore plus obscurs que ceux de l'affinité avec les forces électriques. L'affinité est pour nous , dans le moment actuel , la cause à laquelle nous rapportons immédiatement l'union des atomes hétérogènes ; mais , l'affinité mutuelle des mêmes corps pouvant varier d'intensité , il est impossible de considérer cette force d'une manière absolue ; il faut pour en apprécier les effets dans des corps qu'elle sollicite considérer nécessairement les circonstances où ceux-ci se trouvent placés. D'après cet état de choses , on ne peut résoudre la question précédente par la méthode d'exclusion. Enfin , j'observe que les partisans les plus prononcés du vitalisme n'ont pas été assez pénétrés de cette vérité , que la connaissance des sciences physico-chimiques leur est aussi indispensable qu'à ceux qui ne partagent point leurs opinions ; car , puisqu'ils reconnaissent que les forces vitales sont en lutte perpétuelle avec les forces qui régissent la

matière inorganique, ils admettent nécessairement que celles-ci neutralisent une portion des premières, que conséquemment *elles agissent*; dès lors, pour apprécier rigoureusement les effets produits par les premières, il faut déterminer les effets qui seraient produits par les forces de la nature inorganique, si les forces vitales n'agissaient point : c'est le seul moyen scientifique d'établir l'existence des forces vitales comme distinctes des autres, en faisant voir ce qui leur appartient réellement dans les phénomènes de la vie. Or, pour parvenir à ce résultat, la connaissance de la physique et de la chimie est évidemment d'une nécessité indispensable, et les vitalistes qui méconnaissent cette vérité sont les premiers à prévenir les bons esprits contre leur doctrine.

334. Si nous considérons la vie comme un sujet d'observations et d'expériences, nous devons prendre pour guide la méthode la plus sûre; mais où trouverons-nous les lumières suffisantes pour la choisir? Dans l'histoire des sciences. Remontons aux temps où la physique, la chimie, se composaient de systèmes incohérents, où tout était dogmatique, où les faits n'étaient comptés pour rien; de là descendons aux temps modernes, et en voyant ce que l'intelligence humaine a recueilli de ses efforts en se laissant guider par l'observation, l'expérience et le calcul, nous choisirons

De
l'explication
des
phénomènes
de la vie
qui sont l'ob-
jet d'observa-
tions et d'ex-
périences,
telle que je la
conçois.

sans hésiter la méthode qui a dirigé si heureusement les sciences d'observations et d'expériences qui ont pour objet l'étude de la nature inorganique. Conformément à cette méthode, nous constaterons d'abord des faits réduits au plus grand état de simplicité possible; nous réunirons ceux qui nous paraîtront analogues; et ensuite nous en rechercherons, je ne dis pas la cause première, mais les causes immédiates ou prochaines. Ainsi, après avoir circonscrit des phénomènes relativement aux organes, aux liquides, qui les présentent dans un animal, nous chercherons si l'étude anatomique et chimique que nous aurons faite des principes immédiats qui constituent ces organes, ces liquides, donnera des notions suffisantes pour expliquer les phénomènes, si ce n'est complètement, au moins partiellement, au moyen de quelques propriétés des principes immédiats, ou plus généralement au moyen de quelque force de la nature inorganique. Quand les phénomènes ne s'expliqueront point de cette manière, nous imposerons des noms particuliers à leurs causes prochaines; nous ne généraliserons point ces causes à d'autres phénomènes, si ceux-ci n'en dérivent pas incontestablement; nous ne les transporterons point hors des principes immédiats où nous en avons observé les effets; nous ne considérerons point ces causes comme des forces simples, parceque la cause immédiate d'un effet que nous observons est toujours ou presque toujours

l'effet d'une autre cause, et celle-ci peut être elle-même encore l'effet d'une cause plus ou moins éloignée. Conséquemment, lorsque l'observation nous conduira à reconnaître des causes prochaines de phénomènes physiologiques, ou plutôt des propriétés que nous ne pouvons assimiler à celles du monde inorganique, nous les considérerons comme *vitales* ; mais, en employant cette dénomination, nous ne ferons rien préjuger sur la nature des causes ou des propriétés auxquelles nous l'appliquerons. Conséquemment nous ne dirons point que les *propriétés vitales*, qui nous semblent maintenant particulières aux êtres organisés, sont en lutte, pendant la vie, avec les forces physiques et chimiques, puisque nous ignorons l'essence de ces forces. Lorsque nous considérerons l'assimilation de la matière inorganique à un être vivant, nous ne dirons point que dans ce phénomène la force vitale choisit ce qui est propre au corps vivant, et que la matière assimilée est fixée en vertu d'une force qui n'est pas l'affinité ; car, parcequ'il se produit dans l'organisation des composés différents de ceux qui font partie du monde inorganique, ce n'est pas une raison suffisante d'invoquer une autre cause que l'affinité : en effet, si l'organisation a des produits qui lui sont particuliers, elle en a, comme l'acide carbonique, qui lui sont communs avec les composés inorganiques, et en outre, conformément à ce que j'ai dit plus haut, nous reconnaissons que les

mêmes éléments, dans des circonstances différentes, donnent lieu à des composés différents; ainsi, mêlez du deutoxyde de fer avec du carbone à la température ordinaire, tant que les circonstances où ce mélange a été fait resteront les mêmes, il se conservera; mais si vous l'exposez à une température suffisante, vous aurez du fer, de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone. L'état électrique ne fait pas moins varier que la chaleur la nature des combinaisons et des décompositions qui ont lieu entre des corps en contact; par exemple, le cuivre, qui ne décompose pas l'eau, s'oxyde dans ce liquide lorsqu'il est sous l'influence de l'électricité voltaïque. D'après cette manière de voir, c'est-à-dire de ne pas considérer dans les actions moléculaires l'affinité comme une force absolue, indépendamment des circonstances où les atomes qu'elle sollicite sont placés, nous dirons que, si la matière qui s'assimile à un être organisé donne naissance à des composés qui sont pour la plupart distincts de ceux qui constituent les corps bruts, c'est que cette matière se trouve dans des circonstances qui sont particulières à l'organisation. Mais les liens qui réunissent les atomes sont toujours la cohésion et l'affinité; aussi voyons-nous que, lorsque la vie a cessé d'animer un être, cet être conserve encore sa forme, son aspect, pendant un temps d'autant plus long qu'il est préservé avec plus de soin du contact des agents extérieurs. Or si les atomes de cet être

avaient obéi à d'autres forces qu'à l'affinité pour constituer des atomes composés ; et si ces atomes composés avaient obéi à une autre force qu'à la cohésion pour former des agrégats, dès que les éléments ne seraient plus soumis aux forces qui les auraient réunis pendant la vie, ils se dissocieraient, soit dans l'état de liberté, soit sous la forme de nouveaux composés qui seraient certainement de nature inorganique. En étudiant les phénomènes de la vie comme je viens de le dire, en bornant nos explications à ce qui nous paraîtra évident, le champ des hypothèses se resserrera, nos connaissances sur les êtres organisés acquerront plus de certitude, nous ne serons plus exposés à revenir sans cesse sur nos pas, nous nous élèverons jusqu'au point où il est donné à l'homme d'atteindre, et peu à peu s'évanouiront ces systèmes imaginés pour devancer l'observation, ou pour expliquer ce qui est inexplicable.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

INTRODUCTION	Page . j
La détermination des principes immédiats qui constituent les végétaux et les animaux, est la base de la chimie organique.	<i>ib.</i>
Utilité d'une méthode pour déterminer les espèces organiques	ij
Une méthode ne peut être l'ouvrage que d'un seul homme.	iiij
L'ouvrage est divisé en deux parties	v
Dans la première partie, l'analyse organique immédiate est considérée en elle-même.	<i>ib.</i>
L'analyse organique immédiate est difficile, parceque les espèces organiques ont une composition mobile, et qu'elles sont moins bien circonscrites que le sont les espèces inorganiques	vj
Dans la seconde partie, l'analyse organique est considérée dans ses applications à la chimie végétale et animale, aux arts, aux sciences médicales et à la zoologie	ix
Chaque science a une philosophie spéciale.	xiiij
Règles qui ont présidé à l'exécution de l'ouvrage	<i>ib.</i>

PREMIÈRE PARTIE.

DE L'ANALYSE ORGANIQUE IMMÉDIATE CONSIDÉRÉE EN ELLE-MÊME.

CHAPITRE I ^{er} . <i>Composition élémentaire des êtres organisés ; composés qui constituent ces êtres, distingués en organiques et en inorganiques</i>	3
---	---

Dénombrement des éléments des êtres organisés. Page	3
Les composés formés par ces éléments sont binaires, ternaires, quaternaires, quaternaires.	4
On les a distingués en organiques et en inorganiques; mais cette distinction n'est pas absolue.	6
L'analyse organique est immédiate ou élémentaire . .	8
CHAPITRE II. Distinction des composés organiques en espèces, variétés et genres.	9
Sens des mots espèce, variété et genre dans le langage usuel.	<i>ib.</i>
De l'usage de ces mots dans les sciences en général. .	10
De l'espèce en chimie.	12
De l'espèce en histoire naturelle.	14
— minéralogie	<i>ib.</i>
Des variétés en minéralogie.	15
De la molécule intégrante de Haüy, et de l'atome composé	16
De l'espèce en géognosie.	20
De l'espèce en botanique et en zoologie	21
De l'espèce en chimie organique	22
Des variétés en chimie organique.	24
Du genre en chimie organique.	25
De l'espèce en physiologie.	27
CHAPITRE III. Propriétés des espèces.	31
Ces propriétés classées en six groupes.	<i>ib.</i>
§ 1. Composition.	32
Elle est immédiate ou médiate.	<i>ib.</i>
§ 2. Propriétés physiques.	<i>ib.</i>
Elles dépendent de l'état d'agrégation des particules, des rapports de l'espèce avec la lumière, l'électricité, le magnétisme	<i>ib.</i>
§ 3. Propriétés chimiques qu'on observe tant que	

l'espèce n'éprouve pas de changement sensible dans sa composition	Page 34
§ 4. Propriétés chimiques qu'on observe lorsque l'espèce éprouve un changement dans sa composition, qui ne va pas jusqu'à l'empêcher de reprendre sa composition première.	38
§ 5. Propriétés chimiques qu'on observe lorsque l'espèce éprouve un changement dans sa composition, qui va jusqu'à l'empêcher de reprendre sa composition première.	39
§ 6. Propriétés organoleptiques.	42
Énumération de ces propriétés	<i>ib.</i>
Action des corps sur la peau	43
— l'odorat.	45
— le goût.	46
Classification des corps non caustiques relativement à leur action sur le goût	47
CHAPITRE IV. <i>Difficultés de l'analyse organique immédiate</i>	50
Art. 1 ^{er} . De l'analyse appliquée aux matières inorganiques qui se trouvent dans la nature.	<i>ib.</i>
A. Composition de ces matières	<i>ib.</i>
B. Leur stabilité	51
C. De leur analyse relativement aux corps qu'il faut isoler	52
D. Des moyens d'analyse.	<i>ib.</i>
— compositions équivalentes.	55
E. Détermination de l'eau	<i>ib.</i>
F. Utilité de la balance.	<i>ib.</i>
Art. II. De l'analyse immédiate des matières organiques comparée à l'analyse des matières inorganiques	56

A. Composition immédiate des matières organiques.	Page 56
B. Leur stabilité.	57
C. De leur analyse relativement aux corps qu'il faut isoler.	59
D. Des moyens d'analyse.	<i>ib.</i>
E. Détermination de l'eau.	61
F. Utilité de la balance.	<i>ib.</i>
Difficultés particulières à l'analyse organique immédiate.	62
CHAPITRE V. <i>Influence de la chaleur sèche dans l'analyse organique immédiate.</i>	64
Action d'une température rouge blanche sur les matières organiques.	<i>ib.</i>
Action d'une température graduée sur les matières organiques.	<i>ib.</i>
Elle donne lieu à trois sortes de phénomènes.	65
Précautions à prendre pour déterminer l'action de la chaleur sur les substances organiques.	68
CHAPITRE VI. <i>Influence de l'oxygène atmosphérique dans l'analyse organique immédiate.</i>	70
Influence de l'oxygène sur la nature des produits de plusieurs corps gras distillés.	<i>ib.</i>
Influence de l'oxygène sur plusieurs combinaisons alcalines des principes immédiats organiques.	72
CHAPITRE VII. <i>Usage des dissolvants, en général, dans l'analyse organique immédiate.</i>	74
§ 1. Définitions.	<i>ib.</i>
Deux cas de dissolution relativement à la nature des corps qu'on sépare des dissolvants.	<i>ib.</i>
§ 2. Des dissolvants neutres.	77
Art. 1 ^{er} . Action de l'eau.	78

Action de l'eau chaude.	Page 78
— de l'eau froide.	81
Art. II. Action de l'alcool et de l'éther hydratique . .	82
Ces dissolvants ne forment pas de matière grasse avec la fibrine, l'albumine, etc.	<i>ib.</i>
Action de l'alcool.	84
Action de l'éther.	85
Résumé et conséquences de ce paragraphe	86
§ 3. Des résultats qu'on obtient en faisant réagir les dissolvants neutres sur des principes immédiats qui sont combinés en proportion indéfinie ou simplement mêlés.	91
§ 4. Des dissolvants acides et alcalins.	95
CHAPITRE VIII. <i>Usage des acides, des bases salifiables et des sels pour séparer par voie de précipitation des principes immédiats les uns des autres</i>	95
Trois cas de précipitation.	<i>ib.</i>
Art. I ^{er} . Premier cas	96
Art. II. Deuxième cas	97
A. Usage des bases salifiables, des souscarbonates .	98
B. Usage des sels.	101
Action des acétates de plomb	<i>ib.</i>
Art. III. Troisième cas	105
CHAPITRE IX. <i>Manière de déterminer la proportion de l'eau contenue dans les matières organiques</i>	107
On a deux moyens : celui d'exposer les matières orga- niques à la température de 100°, ou au vide séché par l'acide sulfurique	<i>ib.</i>
CHAPITRE X. <i>Manière de rechercher les espèces qui con- stituent une matière organique dont on veut faire l'a- nalyse immédiate</i>	110
Détermination de l'eau	111
Détermination des substances inorganiques.	<i>ib.</i>
Détermination des substances organiques	115

Revue nécessaire après l'analyse.	Page 116
On retrouve dans les résultats de l'analyse les propriétés de la matière analysée	117
On n'y retrouve pas ces propriétés	<i>ib.</i>
CHAPITRE XI. <i>Manière de déterminer si une matière organique doit être considérée comme une espèce.</i> . . .	
Principe expérimental sur lequel est fondé cette détermination.	120
Généralité de la méthode fondée sur ce principe.	124
Application de cette méthode.	<i>ib.</i>
Cette méthode a le double avantage dont il a été parlé dans l'introduction	125
De ce qu'il faut faire quand on peut soupçonner que des principes immédiats n'ont pas été complètement isolés les uns des autres.	128
CHAPITRE XII. <i>Résumé de la première partie.</i>	
Objet du chapitre 1 ^{er}	<i>ib.</i>
Objet du chapitre II.	134
Objet du chapitre III.	136
Objet du chapitre IV.	139
Objet des chapitres V et VI.	141
Objet des chapitres VII et VIII.	142
Objet du chapitre IX.	144
Objet du chapitre X.	<i>ib.</i>
Objet du chapitre XI.	148
Conclusion finale de la première partie.	151

SECONDE PARTIE.

DES APPLICATIONS DE L'ANALYSE ORGANIQUE IMMÉDIATE.

CHAPITRE XIII. <i>Applications de la méthode exposée dans la première partie de cet ouvrage à la chimie organique.</i>	157
--	-----

Quatre principes.	Page 157
§ 1. Applications du premier et du second principe à plusieurs substances végétales qui sont considérées comme des espèces par quelques chimistes.	158
Art. 1 ^{er} . Du gluten	<i>ib.</i>
Art. II. De la gomme adragant.	159
Art. III. De l'extractif	<i>ib.</i>
Art. IV. Du tannin	162
Art. V.	165
§ 2. Applications du second et du troisième principe.	166
Première section. Considérations sur les genres	<i>ib.</i>
Art. 1 ^{er} . Des genres gomme, muqueux et cerasine de Thomson	170
Art. II. Des huiles fixes	174
Art. III. Des huiles volatiles	175
Art. IV. Des résines.	178
Art. V. Des baumes	180
Art. VI. Des gommes résines.	<i>ib.</i>
Art. VII. Des cires	181
Deuxième section. Considérations sur les groupes plus élevés que les genres	183
§ 3. Applications du quatrième principe	186
CHAPITRE XIV. <i>Applications de l'analyse organique im-</i> <i>mediate aux arts</i>	195
Deux genres d'applications des sciences physico-chi- miques.	<i>ib.</i>
Exemples d'applications de l'analyse organique immé- diate aux arts.	197
CHAPITRE XV. <i>Applications de l'analyse organique immé-</i> <i>diate aux sciences médicales et à la zoologie.</i>	202
Art. I. Applications à la pharmacologie.	<i>ib.</i>
Art. II. Applications à la médecine légale.	205
Art. III. Applications à l'anatomie.	212

Art. iv. Applications à l'anatomie pathologique.	Page 214
Art. v. Applications à la physiologie	219
Art. vi. Applications à la thérapeutique	220
Art. vii. Applications à la zoologie	222
Résumé de ce chapitre, considérations et réflexions générales.	225
Branches diverses de l'histoire des êtres organisés. . .	<i>ib.</i>
Objet de la zoologie et de la botanique	<i>ib.</i>
— de l'anatomie.	<i>ib.</i>
— de la physiologie	226
— de l'hygiène, de la thérapeutique, de la phar- macie.	<i>ib.</i>
Ces sciences considérées abstraction faite des connais- sances chimiques qui s'y rattachent.	<i>ib.</i>
Ces sciences considérées en prenant les connaissances chimiques en considération; résumé sur l'utilité de la chimie à ces sciences.	228
Nouvelles considérations propres à prouver l'utilité de la chimie à l'histoire des êtres organisés.	229
Première-consideration, relative à la nature des muscles, des nerfs, pris dans la série des êtres animés	230
Deuxième considération, relative à l'accroissement des êtres organisés par intussusception.	231
Troisième considération, relative à l'inégale proportion de l'azote contenue dans les végétaux et les animaux.	232
Dernières réflexions.	233
L'étude de la vie se compose de trois parties.	234
Première partie. Étude du cadavre	<i>ib.</i>
Deuxième partie. Étude des phénomènes de la vie. . .	237
Troisième partie. Recherches des causes des phénomè- nes physiologiques	238

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

ERRATA.

<i>Page 58, ligne 29, au lieu de (47),</i>	<i>lisez (48).</i>
— 54, — 3, — ne,	— en.
— 58, — 15, — les propriétés contraires,	— la propriété contraire.
— 60, — 16, — (134),	— (135).
— 62, — 22, — (chap. XIV),	— (chap. XIII).
— 79, — 22, — quand il,	— quand elle.
— 89, — 20, —	—
$\left. \begin{array}{l} \text{Je n'ai point exami-} \\ \text{né l'action de} \\ \text{l'eau dans ce para-} \\ \text{graphe,} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \text{J'en'ai point examiné} \\ \text{dans ce paragraphe} \\ \text{l'action de l'eau sur} \\ \text{les combinaisons in-} \\ \text{définies des princi-} \\ \text{pes immédiats.} \end{array} \right\}$
— 91, — 12, — indéfinies,	— indéfinie.
— 93, — 13, — adipocire,	— adipocire humaine.
— 163, — 1 et 2, —	—
$\left. \begin{array}{l} \text{ne la possèdent} \\ \text{point,} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \text{ne possèdent point} \\ \text{ces propriétés.} \end{array} \right\}$
— 174, — 7, — (221),	— (236).