

# COURS DE CHIMIE.

---

## SOMMAIRE.

Difficulté de distinguer les alcalis végétaux.— Caractères des sels de morphine.— Strychnine.— Sels de strychnine.— Brucine.— Véraptrine. — Quinine, cinchonine.— Sels de ces deux bases. — Sulfate de quinine employé comme fébrifuge. — Émétine.— Solanine.— Substances végétales neutres. — On peut les diviser en quatre groupes : — substances solubles, — substances inflammables, — substances colorantes, — et matières azotées.— Du sucre. — Il y en a quatre espèces : — sucre de cannes, — de raisins, — de champignons, — sucre incristallisable. — Préparation du sucre de cannes et de betteraves. — Les fruits contiennent une espèce particulière de sucre, qui est le sucre de raisins. — Emploi de la cristallisation lente et de la cristallisation rapide pour fabriquer le sucre de betteraves. — Terrage du sucre. — Sucre de raisins. — De miel. — Sucre d'amidon. — Sucre incristallisable.

Dans la dernière séance, nous avons vu les caractères généraux des bases alcalines : je n'y

reviendrai pas. Nous avons commencé l'histoire de la morphine, et il nous reste à parler de quelques-unes de ses combinaisons.

Les combinaisons des bases alcalines avec les acides sont assez peu distinctes les unes des autres; ce n'est qu'en les comparant, sous tous les rapports, que l'on parvient à se faire une idée nette de chaque sel. Formées des mêmes principes, les bases alcalines ne présentent pas de grandes variations, et leurs propriétés n'offrent que des différences très légères. Les sels de morphine, comme la plupart des autres sels, ont une saveur amère plus ou moins forte, et plus grande que celle des bases, attendu que les acides les rendent plus solubles. Dans les combinaisons des acides avec les bases végétales, les acides ne neutralisent pas toutes leurs propriétés, du moins leur amertume; les acides ne font que l'augmenter. Il en est autrement pour les bases minérales.

Les sels de morphine, dont nous devons nous occuper ici spécialement, sont solubles dans l'eau.

La noix de galle produit un précipité dans leurs dissolutions.

L'acide nitrique concentré a la propriété de rougir les sels de morphine.

Mais la brucine a aussi la propriété de donner une couleur rouge avec l'acide nitrique.

Il est, comme vous voyez, fort difficile d'avoir un caractère saillant, spécial pour chaque base; elles sont assez difficilement distinguées les unes des autres; et si l'on avait un mélange formé avec plusieurs bases, il serait impossible de les séparer si l'on opérât sur de petites quantités.

La morphine a une propriété importante autant que distinctive; c'est celle de donner une couleur bleue avec le perchlorure de fer. Un excès d'acide empêche la couleur de se manifester. La découverte de ce caractère est due à M. Robiquet.

Le sulfate de morphine cristallise bien en ramifications; il est soluble dans l'eau: il ne demande que 2 parties d'eau pour en dissoudre 1. L'hydrochlorate de morphine demande 16 ou

20 parties d'eau pour en dissoudre 1. L'acétate de morphine cristallise; le phosphate de morphine donne des cubes.

L'acide nitrique attaque la morphine. Si l'on veut obtenir du nitrate de morphine, il faut prendre de l'acide nitrique très faible : alors il n'agit pas sur la morphine.

La morphine, en raison de son insolubilité, n'a pas une action bien forte sur l'économie animale : 12 grains ou 63 centigrammes n'ont produit aucun effet sur un chien; mais une quantité moitié moindre de morphine étant dissoute dans l'huile produit un effet mortel.

Les contre-poisons de la morphine, c'est-à-dire de ses dissolutions, sont l'émétique, l'infusion de café et la noix de galle : il se forme alors des composés insolubles bien moins énergiques.

A côté de la morphine et dans la même substance se trouve la *narcotine*; c'est M. Robiquet qui a porté l'attention des chimistes sur cette base. Ses propriétés ne sont pas bien marquées : elle n'a pas de réaction alcaline ; elle se combine avec

les acides ; elle est peu soluble dans l'eau et très soluble dans l'alcool.

Ce qui la distingue de la morphine, c'est qu'elle n'a pas d'amertume, qu'elle se dissout bien dans l'éther, qu'elle ne se colore pas en rouge par l'acide nitrique, ni en bleu par le perchlorure de fer. Elle a moins d'action sur l'économie animale que la morphine, et produit la stupeur.

Il est une base extrêmement énergique sur l'économie animale, c'est la *strychnine*, que l'on a trouvée dans les végétaux nommés *strychnos*, c'est-à-dire dans la noix vomique, dans la fève de Saint-Ignace, dans le bois de couleuvre.

Il existe un poison célèbre dans les Indes orientales, à Bornéo, qui est donné par une espèce de *strychnos*. Le suc de ce végétal est extrêmement vénéneux ; les habitans de ce pays s'en servent pour empoisonner leurs flèches.

La strychnine a été découverte et étudiée par MM. Pelletier et Caventou. Pour l'obtenir, on prend la fève de Saint-Ignace, on la râpe ; on la

traite par l'éther pour lui enlever une matière grasse qu'elle contient (l'éther est le dissolvant de toutes les matières grasses ou inflammables); on traite ensuite par l'alcool qui dissout la strychnine. Cependant on ne l'a pas pure par ce moyen; elle est combinée avec un acide que l'on appelle l'*acide igazurique*, et qui paraît n'être que l'acide malique. On enlève cet acide par une base quelconque; la strychnine se précipite; on lave à froid, et on la dissout enfin dans l'alcool chaud.

On peut encore obtenir la strychnine en versant de l'acétate de plomb sur la fève de Saint-Ignace qui a été traitée par l'éther. On forme un acétate de strychnine très soluble, que l'on décompose par un alcali.

La strychnine cristallise très bien en prismes à quatre pans. Son amertume est insupportable; c'est le plus haut degré d'amertume connue. Chauffée, elle ne se fond pas; elle se décompose à environ 320°. Elle ne perd pas d'eau, ainsi elle n'est pas hydratée. Elle se dissout dans l'alcool, et ne se dissout pas sensiblement dans l'éther

Il faut 7000 parties d'eau froide pour en dissoudre 1 ; l'eau bouillante en dissout un demi-centième de son poids : les huiles volatiles la dissolvent bien.

Cette base se combine avec les acides. Avec l'acide sulfurique, on a un sel qui cristallise en petits cubes.

La strychnine a une action très forte sur l'économie animale; c'est un des poisons les plus violens ; elle produit la raideur dans tous les membres : c'est le phénomène que l'on nomme *tétanos*.

La strychnine n'est pas seule dans les végétaux dont nous venons de parler; elle y est accompagnée de la *brucine*, que l'on a d'abord trouvée dans l'écorce de la fausse angusture. On extrait la brucine par des procédés à peu près semblables à ceux que nous avons déjà exposés.

La brucine se fond sans se décomposer à une température peu élevée, et prend l'aspect du sucre en fusion; par le refroidissement, elle ressemble à une matière résineuse. 500 parties d'eau bouillante en dissolvent 1. Elle est bien plus so-

luble dans l'alcool que la strychnine. Elle rappelle au bleu le tournesol rougi par un acide.

MM. Pelletier et Caventou ont aussi trouvé dans les semences de la cévadille une base alcaline que l'on a désignée par le nom de *véatrine*, parce qu'elle est contenue dans plusieurs plantes de la famille *veratrum*. Cette base ne cristallise pas; elle se fond à une température de 50°, et forme des sels qui prennent l'apparence de la gomme. Ses propriétés sont analogues à celles de la strychnine : elle produit le tétanos; mais il en faut une bien plus grande quantité.

On trouve dans les deux espèces de quinquina deux alcalis, la quinine et la cinchonine. Le quinquina jaune contient davantage de quinine que de cinchonine; le quinquina gris, au contraire, contient beaucoup plus de cinchonine que de quinine.

Ces deux bases ont des propriétés analogues. Elles sont toutes deux fébrifuges; mais la quinine l'est à un plus haut degré que la cinchonine.

On les obtient en grand en traitant les quin-



quinas par l'eau, contenant une petite quantité d'acide sulfurique, cinq centièmes d'acide environ ; on emploie la chaux qui sépare les bases, et l'on dissout dans l'alcool. Ce procédé est assez économique ; il donne les deux bases réunies.

La quinine étant plus soluble que la cinchonine, on pourrait les séparer jusqu'à un certain point par cette propriété, mais il resterait toujours une certaine quantité de cinchonine dans la dissolution. On opère mieux cette séparation en employant l'éther sulfurique, qui dissout très bien la quinine et ne dissout pas la cinchonine. L'emploi de l'éther étant dispendieux, on peut séparer les bases par l'acide sulfurique. Le sulfate acide de cinchonine étant beaucoup plus soluble que le sulfate acide de quinine, celui-ci se précipitera, et l'autre restera en dissolution.

La quinine ne cristallise pas, ou très difficilement. MM. Pelletier et Caventou, à qui l'on doit la découverte de cette base, sont cependant parvenus à l'avoir cristallisée par une évaporation spontanée.

La saveur de la quinine est extrêmement amère, plus amère que celle du quinquina, qui ne doit ses propriétés qu'à la quinine ou à la cinchonine.

La quinine se fond ; elle prend l'aspect d'une résine, et perd 1 atome d'eau.

La cinchonine exposée au feu ne perd pas d'eau , et donne un produit cristallin que l'on n'a pas examiné.

La quinine est insoluble dans l'eau froide ; 200 parties d'eau chaude en dissolvent 1 ; elle se dissout dans l'alcool et dans l'éther.

La quinine contient

}	75,02	de carbone.
	8,45	d'azote.
	6,66	d'hydrogène.
	10,43	d'oxygène.

Son nombre équivalent est 45,91 , nombre extrêmement grand.

Elle se combine très bien avec les différens acides et forme des sels; mais parmi ces sels le plus remarquable, est le sulfate que l'on emploie

aujourd'hui comme fébrifuge, parce qu'il est plus efficace que la quinine elle-même. Tous les sels de quinine sont extrêmement amers; ils cristallisent avec un éclat nacré; ils sont très solubles dans l'eau, quelques-uns dans l'alcool et dans l'éther; ils sont précipités par les oxalates et les tartrates. Le sulfate de quinine cristallise en aiguilles minces; il n'est pas très soluble dans l'alcool, encore moins dans l'éther; il contient 8 atomes d'eau. Cette eau peut s'échapper par un air sec.

Le bi-sulfate de quinine contient une quantité double d'acide; il est aussi employé comme fébrifuge: il contient 16 parties d'eau. Comme l'acide et l'eau augmentent le poids, les fabricans ne manquent pas de faire du bi-sulfate au lieu de faire du sulfate neutre. Le bi-sulfate cristallise très bien en prismes quadrangulaires. 11 parties d'eau en dissolvent 1 de ce sel.

La quinine se combine avec l'acide nitrique. Quand on fait évaporer un nitrate de quinine ou de cinchonine, le sel se fond et se forme en

globules dans le liquide; il change de nature, il s'hydrate.

Au bout d'un certain temps, les petits globules se changent en petits cristaux prismatiques, qui ont leur pied dans les globules. Cette propriété est remarquable, et l'on peut s'y attacher comme caractère.

Les autres sels de quinine ne nous offrent rien de particulier.

La cinchonine s'obtient particulièrement du quinquina gris. Elle se distingue de la quinine par sa forme cristalline qui est un prisme quadrangulaire. Elle rétablit les couleurs bleues altérées par les acides. Elle est insoluble dans l'eau froide : 2500 parties d'eau chaude en dissolvent 1.

Le sulfate neutre de cinchonine cristallise en prismes rhomboïdaux terminés en biseau; il n'est pas très soluble; 504 parties d'eau en dissolvent 1. Il contient 2 atomes d'eau.

Le bi-sulfate de cinchonine est très soluble; il cristallise en beaux octaèdres, et se dissout dans la moitié de son poids d'eau.

Ainsi les caractères de ces deux bases sont faciles à reconnaître. Elles ont des propriétés communes, celles d'être fébrifuges; elle ont des propriétés qui les distinguent, comme nous venons de l'exposer. Nous ajouterons que l'acétate acide de quinine cristallise en aiguilles, tandis que celui de cinchonine ne donne qu'une masse gommeuse.

On a donné le nom d'*émétine* à la base que l'on retire de l'ipécacuanha, en traitant un extrait aqueux de cette substance par l'alcool et en décomposant le sel d'émétine par la magnésie. L'émétine est insoluble dans l'eau et soluble dans l'alcool. Elle forme des sels avec les acides, mais ne cristallise pas ; elle n'est précipitée ni par les oxalates ni par les tartrates.

Je citerai encore une base qui pourrait avoir quelque intérêt, parce qu'elle accompagne des substances qui se trouvent dans les alimens ; c'est la *solanine*, que M. Desfosses, pharmacien, a extraite de la pomme de terre, ou plutôt des germes de la pomme de terre , des baies de la

morelle, des feuilles et des tiges de la douce-amère. Pour l'obtenir, il suffit de prendre le suc de ces *solanum*, de le précipiter par l'ammoniac, et de traiter le précipité par l'alcool. Cette base est complètement insoluble ; elle se présente comme une poudre ; elle sature les acides, et forme des sels neutres. Elle agit comme vomitif.

Voilà la classe des substances alcalines terminée ; nous allons nous occuper d'une autre classe de substances que l'on a nommées *neutres* ou *indifférentes*, dans ce sens qu'elles ne sont ni acides ni alcalis ; mais cette dernière classe comprend un très grand nombre de substances. On peut les subdiviser en groupes : l'amidon, le sucre, et d'autres corps qui se dissolvent dans l'eau et ont des propriétés particulières, formeraient le premier groupe ; les substances inflammables, les huiles, les huiles essentielles, les corps gras, soit qu'ils viennent des végétaux ou des animaux, formeraient le second (les corps gras venant des animaux ne contiennent pas d'azote) ; un troi-

sième groupe serait formé des substances colorantes, et le dernier serait composé des matières contenant de l'azote, ou des matières annualisées.

Le premier de ces groupes peut être caractérisé par sa composition : les substances qu'il renferme contiennent de l'hydrogène et de l'oxygène, exactement dans les proportions qui forment l'eau.

Le deuxième groupe, celui des matières inflammables, peut se distinguer aussi par sa composition. Relativement aux proportions de l'eau, l'hydrogène est toujours en excès dans ces substances ; quelquefois l'oxygène y manque.

Quant aux matières colorantes, on ne peut pas les caractériser d'après leur composition : il est de ces matières qui contiennent l'hydrogène et l'oxygène dans les rapports pour former l'eau ; d'autres dans lesquelles l'hydrogène domine, et qu'il faudrait considérer comme résineuses. On ferait disparaître le groupe des matières colorantes si on l'envisageait sous le rapport chimique.

Le quatrième groupe est parfaitement caractérisé par sa nature; il comprend toutes les matières qui donnent de l'azote ou de l'ammoniaque.

En étudiant le premier groupe, l'espèce dont nous nous occuperons d'abord est le *sucre*.

M. Berzelius a donné la composition de quelques-unes des substances que comprend le premier groupe. Il a cru reconnaître dans quelques-unes de l'hydrogène en excès; mais les analyses répétées que l'on a faites ne permettent pas d'admettre cet excès d'hydrogène : dans toutes, l'hydrogène et l'oxygène sont dans un rapport parfait pour former l'eau.

Le mot *sucre* ne désigne pas ici une substance particulière; on le donne aux matières qui ont les propriétés suivantes :

La saveur sucrée;

La faculté de fermenter, et de pouvoir produire, dans les circonstances convenables, la fermentation alcoolique. Ainsi le sucre, mêlé avec de la levure de bière (matière qui se trouve dans la plupart des fruits sucrés), produit du



vin et un dégagement d'acide carbonique. Il y a cependant quelques substances qui, étant mises avec des *fermens*, peuvent produire de l'alcool, et qui ne sont pas du sucre ; mais les matières sucrées sont celles qui, étant solubles dans l'eau, peuvent passer à la fermentation alcoolique.

Il y a plusieurs espèces de sucre.

Le sucre de canne, que l'on peut appeler aussi le sucre de betterave, est la première espèce.

La deuxième espèce est le sucre fourni par le raisin.

Le troisième comprend le sucre donné par les champignons, mais qui a été trop peu étudié.

La quatrième espèce est connue des chimistes sous le nom de sucre incristallisable.

Les deux premières espèces sont d'une grande importance.

Le sucre de canne cristallise parfaitement bien ; on peut l'obtenir en groupes formés par des prismes rhomboïdaux : quelquefois le prisme rhomboïdal a ses angles aigus emportés. La densité du sucre est 1,606. La cassure du sucre cris-

tallisé ou du *sucre candi* est vitreuse. Quand on prend le sucre en pain, sa cassure est grenue et cristalline ; on l'appelle *cassure saccharoïde*. Le marbre présente de même dans sa cassure des grains cristallins, aussi dit-on qu'il a la cassure *saccharoïde*. Le sucre peut se réduire en poudre ; si l'on fait l'opération dans l'obscurité, il donne une lumière phosphorescente très faible : ce n'est pas un phénomène particulier, c'est une collision des parties. Lorsqu'on le pile, il n'éprouve pas d'altération ; mais si on le râpe, il peut éprouver un changement qu'un gourmet reconnaît facilement.

L'altération ne peut pas avoir lieu en râpant un sucre léger ; mais je suppose qu'on ait pris du sucre candi ou du sucre royal, il paraît que l'effort que l'on fait avec la râpe métallique le carbonise et lui donne un petit goût d'empyreume. Cette saveur empyreumatique est quelquefois bien prononcée ; il vaut donc mieux piler le sucre que le râper. Je dis que l'effort de la râpe peut carboniser le sucre ; je citerai un fait à l'appui de cette

assertion : il suffit de frotter les mains l'une contre l'autre pour qu'elles exhalent une odeur de matière animale, de corne brûlée bien caractérisée ; c'est le frottement qui a produit un commencement de combustion.

L'eau dissout le sucre en très grande quantité ; il est tellement soluble, que, dans l'air humide, il se résout en sirop.

Ce qu'on appelle sirop est la dissolution de 2 parties de sucre pur dans 1 partie d'eau, dissolution que l'on clarifie avec un blanc d'œuf et qui est très transparente.

Les sirops bouillent beaucoup plus tard que l'eau; ils bouillent à  $150^{\circ}$  ; ils se prennent en masse par le refroidissement.

On a recherché divers moyens de reconnaître quand un sirop est suffisamment cuit, ou quand le sucre est suffisamment rapproché. L'expérience en a donné de très simples : quand le sirop ne forme pas de fil entre les doigts, il n'est pas assez cuit ; la formation de ce fil et sa longueur sont des indices suffisans de la cuisson du

sucre. Ce fait est connu de tous les pharmaciens.

Le sucre se dissout assez bien dans l'alcool faible, et ne se dissout pas du tout dans l'alcool absolu. L'alcool à 85 centièmes en dissout très peu : il faut qu'il contienne de l'eau pour dissoudre le sucre. Dans les liqueurs, il y a 28 à 30 parties d'alcool sur 100.

Exposé à l'action de la chaleur le sucre se fond, il ne faut même pas une température très élevée; il peut être tenu assez long-temps dans cet état. Si on le laisse refroidir, il se prend en masse et cristallise à l'intérieur, comme le plomb, le soufre ; en cassant la croûte supérieure, on trouve des cristaux dans l'intérieur. Si l'on chauffe plus fort que ce qu'il faut pour le tenir en fusion, il se carbonise, et prend l'apparence de ce que l'on nomme *caramel* ; si l'on élève encore davantage la température, le sucre se décompose et donne les produits des matières végétales, et surtout de l'acide pyro-ligneux ou de l'acide acétique.

Les acides ont une action très marquée sur le sucre. Par l'acide sulfurique concentré, le sucre

est charbonné sur-le-champ: il devient noir, et il se forme de l'acide hyposulfurique. En distillant ensemble 6 parties d'acide nitrique et 1 de sucre, on obtient de l'acide oxalique.

Le sucre a une propriété remarquable, c'est celle de pouvoir se combiner avec les bases; de sorte qu'il aurait une propriété qui le rapprocherait des acides plutôt que des bases. Il peut rendre la chaux soluble. En le faisant bouillir avec la moitié de son poids de chaux, on a une masse qui ressemble à de la gomme et qui se décompose à l'air; il se forme des cristaux de carbonate de chaux. La chaux est très peu combinée avec le sucre.

Le sucre se combine de même avec la baryte, la strontiane, l'ammoniaque.

Parmi les combinaisons du sucre avec les bases, il en est une qui mérite votre attention, c'est celle qu'il forme avec l'oxide de plomb. En faisant bouillir une dissolution de sucre dans l'eau avec de l'oxide de plomb pulvérisé, il en résulte deux combinaisons: d'abord une qui est peu soluble;

ensuite une autre qui se précipite, qui est insoluble. Ce précipité est formé d'oxide de plomb, qui entraîne avec lui une certaine quantité de sucre ; il est blanc et léger. Toute matière sucrée a la propriété de dissoudre l'oxide de plomb et de donner le précipité dont nous venons de parler, et qui, selon M. Berzelius, contient, sur 100 parties, 58,26 d'oxide de plomb et 41,74 de sucre. En considérant cette combinaison comme un sous-sel, elle serait composée de 2 atomes d'oxide de plomb et de 1 atome de sucre ; elle aurait pour nombre équivalent 20,483,

L'acide hydrosulfurique sépare le plomb de cette combinaison.

Le sucre le plus pur et que l'on dessèche à 100°, contient 1 proportion d'eau ; mais cette eau ne peut être rendue sensible que par les combinaisons du sucre avec les bases, avec l'oxide de plomb, par exemple. Ainsi le sucre est un hydrate, qui contient 1 atome de sucre et 1 atome d'eau.

Le sucre a été analysé plusieurs fois. Par l'ana-

lyse que nous avons faite, M. Thénard et moi, à l'École Polytechnique, nous avons trouvé qu'il contenait, sur 100 parties, 42,47 de carbone et le reste ou 57,53 d'eau.

L'analyse de M. Berzelius lui a donné 44,225 de carbone, et le reste d'eau.

Le docteur Prout a trouvé 42,88 de carbone, et le reste d'eau.

L'analyse du sucre anhydre a donné, en l'exprimant en volumes de vapeurs de carbone,

6 volumes de carbone,  
5 volumes d'hydrogène,  
 $2\frac{1}{2}$  volumes d'oxygène.

En réduisant les volumes en poids, on trouvera que 100 parties de sucre anhydre contiennent

45,28 de carbone,  
44,82 d'eau.

M. Berzelius admet que le sucre est composé de

12 atomes de carbone,  
 $10\frac{1}{2}$  atomes d'oxygène,  
21 atomes d'hydrogène.

Je ne m'arrêterai pas sur les usages du sucre ; mais il est bon de dire qu'il peut, comme le sel, conserver les matières végétales et animales, et les préserver de la putréfaction quand elles sont mises dans des dissolutions concentrées de sucre.

Vous savez que le sucre porte différens noms.

Le sucre d'orge est le sucre ordinaire fondu et fortement cuit, que l'on roule pour le mettre en petits bâtons. Ce sucre présente un fait remarquable : au moment où l'on vient de le faire, on a, par le refroidissement, un sucre solide non cristallisé. Il paraît que cela vient de ce que les molécules n'ont pas eu le temps de s'arranger ; car, avec le temps, les bâtons de sucre d'orge deviennent opaques ; et si on l'examine à l'intérieur, on voit que cette opacité est causée par la formation de cristaux.

Ceci prouve que, dans un corps solide, les molécules peuvent changer de position et prendre la forme cristalline. Cet exemple a fait dire que les molécules des corps solides peuvent, dans certaines circonstances, prendre de nouveaux arran-



gemens. C'est ce qui a lieu pour un grand nombre de sels. Les sulfates de soude et de magnésie, exposés à l'air, se changent en cristaux différens des premiers. Ce fait est curieux, et le sucre d'orge en offre le type. Ainsi, les molécules des corps solides ne sont pas tellement liées entre elles, qu'elles ne puissent changer de place et former d'autres groupes.

Je n'entrerai pas dans tous les détails de la préparation du sucre; on trouve, dans plusieurs ouvrages, l'exposé des procédés de cet art. Il nous suffit de savoir que le sucre que nous venons d'étudier se trouve dans la canne à sucre et dans un grand nombre d'autres substances, et particulièrement dans la betterave, qui en fournit deux millions de kilogrammes à la consommation de la France, environ la vingtième partie de ce qu'elle en consomme par année; qu'il est contenu dans la châtaigne, où il est mêlé à l'amidon et à une matière albumineuse, et forme une nourriture excellente; qu'un grand nombre d'autres végétaux le renferment.

Cependant il n'est pas contenu dans les fruits : c'est le sucre de raisin qui s'y trouve. C'est un sucre d'une espèce particulière.

La canne à sucre, cultivée dans les Indes et dans l'Indostan, sur 100 parties de suc que l'on en obtient par pression, donne jusqu'à 17 parties de sucre. Dans les Indes orientales, on ne retire que 14 parties de sucre : ainsi, terme moyen, 100 parties de suc de canne donnent 15 parties de sucre.

La betterave en donne moins ; on n'en retire que 5 à 6 parties sur 100. Les bonnes fabrications donnent toutes 5 parties ; il en est qui vont jusqu'à  $5\frac{1}{2}$ . Si l'on pouvait retirer tout le sucre que la betterave contient , on aurait 7 parties. Le suc de la betterave est contenu dans de petites cellules difficiles à déchirer ; si l'on se contentait de la couper par tranches ou par très petits morceaux , on n'en retirerait que très peu de suc par la pression : on la râpe pour en déchirer le tissu et les vésicules, et mieux elle est râpée et plus elle donne de suc ; il faut briser les cellules qui le

renferment pour qu'il puisse sortir par la pression. Quand cette opération est bien faite, on peut obtenir jusqu'à 85 pour 100 de suc.

Le suc de betterave et celui de la canne à sucre s'altèrent promptement à l'air; ces sucs sont mêlés à du ferment. Les sucs du raisin se gardent dans le raisin ; mais en brisant la pellicule qui le renferme, la fermentation a lieu aussi par le contact de l'air. Les fabricans de sucres, quand ils ont des sucs, les font bouillir sur-le-champ pour arrêter la fermentation.

Si le suc de betterave ne contenait que du sucre pur, le procédé pour l'extraire serait facile; mais il contient aussi des matières albumineuses, des matières de la nature du ferment, et d'autres encore : il faut les séparer du sucre. On y parvient par des moyens qui reviennent en général à l'emploi de la chaux. La chaux occasionne des précipités. On porte le suc à l'ébullition, on laisse reposer, et la matière albumineuse unie à la chaux se précipite. On sature la chaux par l'acide sulfurique, et l'on évapore; il se forme

un dépôt de sulfate de chaux, mêlé à différentes matières étrangères au sucre : on filtre pour séparer ce dépôt ; on ajoute du charbon animal et l'on filtre de nouveau, et l'on a un sirop qui donne de très beau sucre cristallisé par l'évaporation et le refroidissement.

Pour extraire le sucre de la canne, on fait aussi bouillir le suc avec de la chaux ; mais pour purifier, on ajoute du sang de bœuf au charbon animal. Le sang de bœuf contient beaucoup d'albumine.

Il y a deux procédés que l'on emploie pour faire cristalliser le sucre de betterave. A Arras, M. Crespel met le sirop dans des étuves, où il est livré à une évaporation lente, et au bout de deux ou trois mois, tout le sirop se trouve concentré en superbes masses cristallines très peu colorées : d'autres fabricans rapprochent le sirop pour le cristalliser. Ce procédé de cuire le sirop dispense des frais qu'occasionent la construction et l'entretien de grands bâtimens, et du chauffage des étuves, qui emploie beaucoup de combustible.

Quoi qu'il en soit de ces procédés de cristallisation , le sucre de betterave se purifie parfaitement. On a dit qu'il sucrerait moins bien que le sucre de canne : c'est une erreur. Dans les commencemens, on a purifié le sucre de betterave autant qu'on a pu , pour voir jusqu'à quel degré de pureté on pouvait parvenir; on a fait ainsi du *sucré royal*, qui est plus dur et moins soluble que les sucres moins purifiés : c'est pour cela que la saveur en paraissait moins forte. En prenant du sucre de betterave moins raffiné, il sucre autant que l'autre. Ces deux sucres sont identiques.

La fabrication du sucre de betterave est une branche d'industrie qui paraît devoir être un jour très importante. Elle demande de grands soins d'administration ; mais elle peut donner des bénéfices. Les résidus de la betterave pressurés plaisent extrêmement aux bestiaux. S'il n'y avait pas d'impôts, le sucre de betterave ne vaudrait que 7 à 8 sous la livre; les frais de fabrication sont peu considérables. Pour fabriquer le sucre de betteraves, il faut s'établir dans les endroits

où le combustible est à bon marché. Ce qui prouve que cette fabrication est avantageuse, c'est qu'elle fait des progrès dans le nord de la France.

Le sucre que l'on a obtenu par les procédés que nous veuons d'indiquer n'est pas pur; c'est de la *cassonade* : il faut le purifier. Pour cela, il faut dissoudre le sucre dans l'eau, le faire chauffer, le mêler avec 10 pour 100 de charbon animal, le séparer du charbon par le filtre, et le mettre dans des vases coniques que l'on appelle des *formes*. Ces formes, qui reposent sur des pots, ont une petite ouverture que l'on ferme d'abord : on met le sirop dedans ; il y cristallise très bien en 24 heures, et forme le pain de sucre.

Le sucre en cristallisant écarte les matières impures; la cristallisation raffine réellement le sucre ; il faut le débarrasser des eaux-mères : alors on débouche la forme, et elles coulent lentement dans le pot. Quand il ne s'écoule plus rien, on lave le sucre, ce qui se fait en prenant du sirop de sucre très pur que l'on met sur le pain de

sucre ; ce sirop entraîne les eaux-mères restantes. On peut parvenir au même but en arrosant peu à peu le pain de sucre, ou en le mettant dans un endroit humide ; l'eau dissout du sucre, et forme un sirop qui entraîne tout ce qui est étranger aux grains cristallisés, et laisse par conséquent le sucre pur.

On remplit la même condition en mettant une bouillie d'argile sur le pain ; on appelle cela *terrer le sucre*. L'argile cède lentement son eau qui dissout du sucre, et forme le sirop qui lave les cristaux. On met une seconde, une troisième fois de l'argile. Le pain que renferme la forme laisse un vide assez considérable quand l'opération du raffinage est terminée : c'est que le sucre s'est fondu pour faire le sirop.

Voilà les principaux faits qu'il y avait à connaître, relativement, au sucre de canne ou de betterave.

Derosne purifie le sucre par l'alcool.

Le sucre dont nous allons parler maintenant est le *sucre de raisin*.

Il s'obtient facilement en prenant le suc du raisin, en le saturant avec de la craie, parce qu'il contient du tartre et filtrant. Au bout de 24 heures, le sucre se prend en masse.

On ne peut jamais amener ce sucre à cristalliser comme l'autre ; il est en grains très petits ; il ressemble à du grès. Quand il est bien cristallisé, il ressemble à une tête de choufleur. Ainsi le sucre de raisin se distingue de l'autre par sa cristallisation.

Il a une saveur sucrée, moins forte que celle du sucre de la canne, et cette saveur est fraîche. Pour donner la même saveur à la même quantité d'eau, il faut deux fois et demie plus de sucre de raisin que de sucre de canne.

Ce sucre donne les mêmes produits que le sucre de canne ; ainsi il se convertit par un ferment en alcool, et il se transforme en acide oxalique par l'acide nitrique.

Sa composition n'est pas la même que celle du sucre de canne. Prout a trouvé qu'il contenait



36,36 parties de carbone, et le reste ou 63,64 d'eau.

C'est le sucre de raisin que l'on trouve dans les fruits, dans le miel, etc.

Le miel est composé de deux parties, l'une solide, l'autre liquide; si l'on sépare à une température un peu basse la partie liquide de la partie solide, on en retire un suc qui a les mêmes propriétés que le sucre de raisin.

On est parvenu, et c'est une découverte importante, on est parvenu à convertir l'amidon en véritable sucre, qui est justement le sucre de raisin. Le bois, la matière ligneuse se transforment aussi en sucre de raisin; on fait abondamment et à bon marché du sucre de raisin, surtout avec les végétaux qui contiennent abondamment de l'amidon. Le Nord a pu, par ce moyen, se débarrasser d'une partie du tribut qu'il payait aux Indes. Malheureusement, le sucre de raisin ne peut pas complètement remplacer le sucre de canne : il noircit le thé; il est des personnes qui ne peuvent pas le prendre.

A Dijon , on fait du sucre avec de l'amidon pour l'ajouter aux vins.

Il y a un sucre que l'on retire de la fibre végétale; il paraît différent, car sa cristallisation n'est pas la même que celle des autres sucres. Il n'a pas été suffisamment examiné.

La dernière espèce de sucre s'appelle *sucre incristallisable* ; sucre mal défini, car le sucre ordinaire peut devenir incristallisable en y ajoutant un peu d'acide oxalique. Le sucre auquel on a donné le nom d'incristallisable n'est pas toujours pur; les matières étrangères qu'il renferme peuvent l'empêcher de cristalliser; il a une saveur forte et des propriétés analogues aux autres sucres. Il n'a pas été étudié, et pourrait être le même que le sucre ordinaire.

# COURS DE CHIMIE

## SOMMAIRE.

Marmite. — Sucre de réglisse. — Asparagine. — Amidon. — Sucre d'amidon. — L'iode est le meilleur réactif pour l'amidon. — L'amidon extrait de différentes substances n'a pas les mêmes caractères physiques. — Le lichen a beaucoup d'analogie avec l'amidon. — Inuline. — Gomme. — Gomme adraganthe. — Ligneux. — Il est le même dans tous les végétaux. — Il se transforme en ulmine par l'action des alcalis.

Le sucre se distingue par la propriété de pouvoir fermenter et donner de l'alcool. Les substances dont nous allons parler n'ont pas cette propriété, quoiqu'elles aient une saveur douce.

Nous allons commencer par la *mannite*. Dans le commerce, on donne le nom de *manne* à une substance produite par les mélèzes, mais qu'au-

jourd'hui on a reconnu être répandue dans les diverses parties de plusieurs végétaux ; la mannite s'extrait de cette substance. Mais on trouve la mannite dans le suc des carottes, de l'ognon, du celleri, de l'asperge, et dans l'aubier de quelques arbres.

Pour l'obtenir pure, on prend de la *manne en larmes*, que l'on dissout dans l'alcool bouillant ; le refroidissement donne lieu à un dépôt cristallin, que l'on redissout de la même manière plusieurs fois, et l'on a la mannite parfaitement pure.

La mannite ainsi préparée se présente avec les propriétés suivantes : sa saveur est douce et n'est pas repoussante comme celle de la manne, qui contient quelques principes étrangers, que l'on sépare par les dissolutions répétées dans l'alcool ; elle est soluble dans l'eau ; soluble dans l'alcool à chaud, peu à froid ; elle donne, avec les acides, des produits analogues à ceux que donne le sucre ; on la convertit en acide malique, puis en acide oxalique par l'acide nitrique ; elle n'est pas susceptible de fermentation alcoolique.

Cette matière a été analysée par Saussure, Prout et d'autres.

Saussure a trouvé	}	38,53 carbone.
		60,70 eau.
		0,77 hydrogène.

Mais le docteur Prout, par la combustion dans l'oxigène, n'a pas trouvé d'hydrogène excédant, dans le rapport de l'oxigène à l'hydrogène, pour former l'eau ; le gaz qu'il a employé n'a pas diminué de volume. Il a eu pour résultat :

38,7 carbone,  
61,3 eau.

M. Thénard et moi avons trouvé, comme M. Saussure, un peu d'hydrogène en excès.

Nous avons encore une matière qui se rapproche du sucre par sa saveur ; c'est la substance que l'on nomme *sucre de réglisse*. Tout le monde connaît la racine de la plante que l'on nomme ordinairement la réglisse, et dont la saveur est très sucrée. La matière sucrée que renferme cette racine ne ressemble à aucune autre matière connue.

Pour l'avoir pure, on fait bouillir la racine dans l'eau ; on filtre ; on verse dans la dissolution refroidie de l'acide sulfurique, qui se combine avec la matière sucrée et se précipite. On lave le précipité avec de l'eau acide, parce que l'eau simple le dissoudrait ; on traite ensuite par l'alcool, qui dissout la combinaison acide, et qui en sépare la matière albumineuse. On décompose la dissolution alcoolique par le carbonate de potasse : l'acide sulfurique absorbé forme du sulfate de potasse insoluble dans l'alcool, et il reste en dissolution la matière sucrée de la réglisse, que l'on obtient isolée par l'évaporation.

Cette matière ne cristallise pas ; elle a l'aspect de la résine et est cassante : elle se combine avec les acides, et donne des produits insolubles. Elle a aussi la propriété de s'unir avec les oxides métalliques, et de former des combinaisons insolubles. On pourrait l'extraire du sucre de réglisse, en employant l'oxide de plomb.

Il y a une troisième substance que nous placerons ici ; c'est l'*asparagine*, que MM. Vauque-

lin et Robiquet ont trouvée dans les asperges.

Ils l'ont obtenue en faisant bouillir le suc des asperges dans l'eau pour enlever une matière albumineuse; la chaleur coagule cette matière. En filtrant et réduisant le liquide, qu'ils laissent ensuite évaporer à l'air, il se dépose deux espèces de cristaux : les uns d'asparagine, les autres de mannite. On sépare l'asparagine de la mannite par l'alcool.

L'asparagine cristallise en un prisme droit rhomboïdal, dont l'angle obtus est de  $130^\circ$  ; sa saveur est fraîche, nauséabonde et excite la salivation; elle est insoluble dans l'alcool rectifié; elle ne précipite pas l'acétate de plomb. Voilà ce que l'on sait de cette matière. On a cru qu'elle était particulière à l'asperge ; mais on l'a trouvée depuis dans la racine de la guimauve, dans celle de la consoude : il est probable qu'on la trouvera dans beaucoup d'autres végétaux.

Le produit immédiat des végétaux dont nous allons maintenant parler, l'*amidon*, est répandu

dans toutes les plantes ; il fait la base de la nourriture des animaux et de l'homme.

On donne ordinairement le nom d'amidon à une substance que l'on retire de la farine ; mais cet amidon n'est pas pur. La farine contient deux substances très distinctes, l'amidon et le *gluten*, et il faudrait les séparer parfaitement pour avoir l'amidon à l'état de pureté.

Si l'on veut avoir de l'amidon bien purifié, il faut prendre des pommes de terre, les râper, et les laver sur un tamis : l'eau entraîne l'amidon et les matières solubles ; ce qui reste sur le tamis est ce qui n'a pas été bien déchiré. L'amidon se dépose au fond de l'eau ; il est en petits grains, que l'on prendrait au soleil pour des cristaux excessivement fins.

Quant à l'amidon que l'on retire de l'orge, il faut, pour l'obtenir, concasser le grain, le faire fermenter dans des cuves avec de l'eau. La fermentation détruit la matière glutineuse qui est avec l'amidon, c'est-à-dire le gluten, substance de nature animale qui se décompose promptement.



ment : l'amidon se décomposant bien moins facilement, reste.

L'amidon est une poudre parfaitement blanche, sans forme cristalline ; cependant cette poudre présente des grains qui, dans quelques cas, offrent une espèce de cristallisation.

La densité de l'amidon est assez forte ; elle est de 1,55, ce qui est considérable pour les végétaux , qui ne sont composés que d'éléments d'un poids peu considérable.

L'amidon n'a pas de saveur, ou plutôt il a une saveur fade, et si faible qu'on ne peut la définir.

Il ne se dissout pas dans l'eau froide : c'est d'après cette propriété qu'on le retire des pommes de terre.

Quand on emploie l'action de la chaleur, il s'unit avec l'eau, et forme une matière gommeuse que l'on nomme empois.

L'amidon est insoluble dans l'alcool et dans l'éther.

Il se change en sucre de raisin par les acides. On se sert ordinairement, pour opérer cette con-

version, d'acide sulfurique, que l'on fait bouillir avec l'amidon. En prenant 2 parties d'acide sulfurique concentré, 100 parties d'amidon, 4 à 500 parties d'eau, et en faisant chauffer, tout l'amidon est changé en sucre qui peut éprouver la fermentation. L'acide nitrique, en le faisant bouillir avec l'amidon, donnerait également du sucre. Cependant si on le faisait bouillir longtemps, il donnerait de l'acide malique, puis de l'acide oxalique, parce que l'acide nitrique convertit le sucre en ces acides.

L'amidon est rendu soluble par les alcalis, mais n'éprouve pas de changement. On le précipite de cette combinaison par les acides.

Une propriété très importante de l'amidon, que MM. Gaultier de Claubry et Colin ont fait connaître, c'est que l'amidon, combiné avec l'iode, donne une belle couleur bleue. On se sert de cette propriété pour reconnaître la présence de l'amidon par l'iode, ou la présence de l'iode par l'amidon : ce caractère est tout-à-fait décisif. Les combinaisons de l'amidon avec l'iode ont cepen-

dant des teintes variées, selon les proportions de l'iode : il en existe une blanche quand l'iode est en très petite quantité ; la combinaison est violette quand l'iode est en quantité plus sensible ; elle est bleue quand l'iodé est en plus grande quantité ; elle peut être noire par excès d'iode.

Dans les arts, la propriété de l'amidon de développer la couleur bleue par l'iode peut être d'une grande utilité. Ce caractère peut servir à reconnaître si une étoffe a été apprêtée par l'amidon. On mouille l'apprêt, et l'on verse dessus une goutte d'iode; la couleur bleue apparaît si l'amidon a été employé. Le collage en cuve du papier par l'amidon est une opération assez mauvaise ; on reconnaît qu'elle a eu lieu lorsqu'en versant de l'iode sur le papier, il se colore en bleu : le collage du papier par la colle forte ne donne pas cette couleur par l'iode.

La dissolution de l'amidou dans l'eau est précipitée par le sous-acétate de plomb. Elle est aussi précipitée par la noix de galle ; mais la noix de galle présente un phénomène particulier : c'est

que le précipité se dissout à une température d'environ 50° ; au-dessous, il se prend en masse.

L'amidon est insoluble dans l'eau ; mais on peut lui donner de la solubilité, et même les propriétés des gommés ou des mucilages. On parvient à lui communiquer cette propriété en le torréfiant légèrement comme on fait du café ; il faut seulement qu'il prenne une couleur légèrement brune : dans cet état, quand il est mis dans l'eau, il se dissout très bien et forme une matière gommeuse ; il remplace même les gommés.

L'amidon, humecté et soumis à une chaleur de 55°, forme une espèce de gelée et ne peut plus reprendre son état pulvérulent. On a profité de cette propriété pour faire des pâtes alimentaires : vous voyez que la fabrication de ces pâtes n'est pas difficile.

L'amidon, extrait de diverses plantes, est préparé comme aliment. Le *sagou* est la partie amidonnée que renferme le centre du palmier ; on le retire en pressant la substance molle du palmier et en lavant cette fécule. La *cassave* n'est aussi

qu'une féculé amilacée que donne la racine du manioc.

Mais la cassave parait avoir une propriété de plus que les autres fécules; elle est calmante. Dans la racine du manioc, elle est mêlée à une substance vénéneuse qui se dégage par la préparation; elle en peut retenir encore une partie. On ne sait pas quel est ce poison ; il est en trop petite quantité dans la cassave pour qu'on ait pu l'étudier.

L'amidon chauffé dans l'eau à 60°, se change en colle. Cependant les amidons de pomme de terre, de blé, ne forment pas de la colle à la même température; ils ne se ressemblent pas sous ce rapport, et ne se ressemblent pas non plus physiquement. La matière gélatineuse qu'ils donnent n'est pas transparente; elle est toujours opaline, ce qui annonce que ce n'est pas une dissolution, car les dissolutions sont caractérisées par la transparence ; c'est une combinaison de l'eau avec l'amidon par absorption. Le bois se combine avec l'eau, mais il ne se dissout

pas dans l'eau : l'amidon et le bois prennent de l'eau et se gonflent sans se dissoudre. La matière gélatineuse que donne l'amidon étant chauffée, l'eau se sépare, et il reste une matière spongieuse; si on la mêle avec de l'eau en quantité convenable et que l'on fasse bouillir, elle se dissout. Plus on fait bouillir, et plus il y en a de dissoute.

L'amidon cuit, étant exposé à l'air, éprouve des changemens qui ont été examinés par M. de Saussure , et dans le détail desquels je ne puis entrer.

Cependant je dirai que l'amidon cuit, abandonné à lui-même, sans avoir le contact de l'air, produit du sucre d'amidon ou du sucre de raisin, ce qui est la même chose, et une matière gommeuse. La matière sucrée peut aller jusqu'au tiers ou à la moitié du poids de l'amidon. Mais lorsque l'on prend l'amidon cuit, et qu'on l'abandonne au contact de l'air, il se liquéfie, il perd de son poids : cette perte peut aller jusqu'au quart de l'amidon employé. Il y a également

production de sucre dans cette décomposition.

Je reviens à la formation du sucre par l'amidon ; c'est un art de la plus grande importance, qui laisse des regrets pourtant, c'est qu'il ne donne pas le sucre de la canne ou de la betterave.

En prenant 100 parties de fécule de pomme de terre, 2 parties d'acide sulfurique concentré et 400 parties d'eau, et en faisant bouillir, on a du sucre de raisin mêlé à l'acide. L'acide n'est pas altéré et on le retrouve tout entier, et l'amidon est tout entier converti en sucre. Pour enlever l'acide, il suffit de jeter de la craie sur le liquide ; elle produit une effervescence. On peut en mettre en excès ; on filtre et l'on fait évaporer. C'est avec ce sucre que l'on améliore les vins, surtout en Bourgogne, où le procédé d'améliorer les mauvais vins commence à se répandre. Avec du ferment, ce sucre d'amidon produit une fermentation abondante. Il ne cristallise pas ; il ressemble au sucre du raisin : ce sont deux substances identiques. Avec 100 kilogrammes de fécule, on peut obtenir 110 kilogrammes de sucre ; si l'on pre-

naît de l'amidon bien desséché, 100 parties devraient donner 121 parties de sucre, d'après la composition de ces deux substances.

L'amidon peut se combiner avec les oxides métalliques, et former des composés insolubles. Ainsi, avec l'oxide de plomb, M. Berzelius a trouvé que l'amidon formait un composé qui contenait 72 d'amidon et 28 d'oxide de plomb sur 100 parties.

L'amidon a été analysé par plusieurs chimistes, et les résultats obtenus sont peu différens les uns des autres.

M. Thénard et moi avons trouvé que sur 100 parties

L'amidon contient  $\left\{ \begin{array}{l} 43,55 \text{ de carbone.} \\ 56,45 \text{ d'eau.} \end{array} \right.$

L'analyse a été reprise par M. Berzelius, et il a trouvé que sur 100 parties

L'amidon contient  $\left\{ \begin{array}{l} 44,25 \text{ carbone.} \\ \text{de l'eau.} \\ \text{un peu d'hydrogène.} \end{array} \right.$



Exprimé en atomes, son résultat est

7 atomes de carbone,  
6 atomes d'oxygène,  
6  $\frac{1}{2}$  atomes d'hydrogène.

Mais l'analyse de l'amidon vient d'être faite encore par le docteur Prout, qui opère par la combustion dans l'oxygène. Il a trouvé que sur 100 parties

L'amidon contient { 44 parties de carbone.  
56 eau.

C'est-à-dire que l'oxygène dans lequel il a exécuté la combustion de l'amidon n'a pas éprouvé de diminution, et qu'ainsi l'hydrogène et l'oxygène de l'amidon sont dans des proportions nécessaires pour former de l'eau.

Toutes les céréales contiennent de l'amidon ; elles contiennent aussi une autre substance dont nous parlerons bientôt. L'amidon se trouve dans les racines charnues, dans les tubercules ; c'est une matière extrêmement répandue dans les végétaux.

On connaît dans le commerce une substance sous le nom de *lichen*, qui est tout-à-fait analogue à l'amidon ordinaire, et qui n'en diffère que par quelques caractères physiques. On l'extrait du lichen d'Islande. Il sert à la nourriture des habitans de ce pays; mais il a une saveur désagréable, qu'on lui enlève par des lavages avec de l'eau de potasse. On le fait ensuite bouillir avec de l'eau, et il se forme une matière qui ne peut plus être pulvérulente : c'est ainsi que se comporte l'amidon. On nous l'envoie dans cet état. On en fait usage en Pharmacie..

Il y a cependant une différence entre le lichen et l'amidon : le lichen ne donne pas de couleur bleue avec l'iode ; il donne une couleur brunâtre. Il a du reste les mêmes propriétés que l'amidon : il donne du sucre traité par les acides, par l'acide sulfurique surtout. Traité par l'acide nitrique, il donne de l'acide oxalique. Il se comporte comme l'amidon avec l'eau, l'alcool et l'éther. On peut considérer le lichen comme étant de l'amidon.

*L'inuline* a aussi des rapports avec l'amidon.

On trouve cette substance dans *L'inula helenium*. On en prend la racine, on la fait bouillir dans l'eau, on clarifie par un blanc d'œuf, on évapore, et l'on abandonne au repos. L'inuline se dépose; elle a pour densité 1,356.

Cette matière a toutes les propriétés générales de l'amidon; mais voici en quoi elle en diffère : 4 parties d'eau chaude peuvent dissoudre 1 partie d'inuline; la dissolution est très claire et peut passer par le filtre ; ainsi, à chaud, elle est beaucoup plus soluble que l'amidon. A froid, 100 parties d'eau en dissolvent 2 d'inuline. Elle ne donne pas de couleur bleue avec l'iode. Cette matière est nutritive.

Elle peut être convertie en sucre.

Depuis que M. Rose l'a extraite de l'aunée, on l'a trouvée dans un grand nombre de végétaux ; dans l'angélique, les artichauts, etc. : elle est très répandue, et sert de nourriture à l'homme.

Nous voici arrivés à une autre substance qui joue un grand rôle dans la végétation, la gomme. Ce que l'on désigne ordinairement par ce nom est

une substance solide, se présentant en masses irrégulières, souvent arrondies, et ne prenant jamais aucune apparence cristalline. Cette matière peut se réduire en poudre; sa cassure est celle du verre, *vitreuse*. Sa saveur n'est pas prononcée; elle est douce, même un peu fade, et par cette saveur on la reconnaît aussitôt. Sa densité est de 1,316 à 1,482. A l'air, cette substance n'éprouve aucune espèce d'altération; elle est cependant hygrométrique. Elle est soluble dans l'eau, et même en quantité considérable, et forme un liquide épais, filant, que l'on désigne par le nom de mucilage. C'est un caractère qui n'est offert ni par les matières sucrées ni par les matières amilacées.

La gomme est insoluble dans l'alcool. On met en évidence cette propriété, en versant une dissolution de gomme dans l'alcool : la gomme est précipitée, et l'alcool s'empare de l'eau.

Il n'y a, parmi les produits végétaux, que deux substances qui, étant traitées par l'acide nitrique, donnent de l'acide mucique; c'est le sucre

de lait et la gomme. Quand une matière est traitée par l'acide nitrique, si elle ne donne pas de l'acide mucique, on peut dire qu'elle n'est pas de la gomme. Pour transformer la gomme en acide mucique, il ne faut pas mettre trop d'acide nitrique : employez 2 parties d'acide nitrique contre 1 de matière à traiter, et vous avez de l'acide mucique.

La gomme précipite par le sous-acétate de plomb, et forme un composé insoluble. Elle précipite le perchlorure d'étain, le nitrate de mercure ; par l'acide sulfurique, elle est carbonnée, et donne un peu d'acide acétique. Par le chlore, elle est altérée comme la plupart des matières végétales, et donne, d'après l'assertion de M. Vauquelin, de l'acide citrique.

La gomme a aussi été analysée un assez grand nombre de fois. Selon les premiers résultats ,

La gomme contient  $\left\{ \begin{array}{l} 42,23 \text{ de carbone.} \\ 57,77 \text{ d'eau.} \end{array} \right.$

C'est-à-dire que l'oxigène et l'hydrogène sont dans des rapports à former l'eau.

D'après l'analyse de M. Berzélius,

La gomme contient  $\left\{ \begin{array}{l} 42,682 \text{ de carbone.} \\ \text{le reste d'eau.} \end{array} \right.$

Le docteur Prout n'admet pas non plus d'hydrogène excédant les proportions de l'eau.

La gomme se trouve dans un grand nombre de végétaux : elle existe dans les racines de la mauve, de la guimauve, de la consoude, dans les oignons de lis, dans les tiges des arbres, particulièrement sous l'écorce, à travers laquelle elle transude. On la trouve également dans les feuilles, dans les fruits, dans les semences, comme dans la graine de lin.

Dans le commerce, on distingue plusieurs espèces de gommes : la gomme arabique, que l'on recueille sur un arbre de la famille des acacias, et qui croit en Egypte, en Arabie, au Sénégal. La gomme est une mauvaise nourriture pour l'homme. M. Magendie a observé qu'on tuait

un chien en le nourrissant de sucre, d'amidon, de gomme; ainsi quand on dit que ces substances ou d'autres semblables servent de nourriture à l'homme, il faut entendre qu'elles sont mêlées avec des matières alimentaires.

La gomme du pays est donnée par le cerisier, l'abricotier, le pêcher. . . . Elle est moins estimée que les autres gommes : à poids égal, elle ne produit pas un liquide aussi mucilagineux.

Il y a une gomme particulière que l'on désigne sous le nom de *gomme adraganthe* : ses propriétés chimiques sont les mêmes que celles de la gomme qui vient d'être étudiée , mais elle a mérité d'en être distinguée par la manière dont elle se comporte avec l'eau.

La gomme adraganthe se présente sous forme de petits rubans opaques ; elle a la propriété de rendre l'eau beaucoup plus mucilagineuse que la gomme arabique, que nous prenons ici comme type des matières gommeuses. Cette propriété, qui annonce déjà une différence, en amène une

autre. Si l'on met la gomme adraganthe dans l'eau froide, et qu'on la livre à elle-même, elle ne se fond pas, comme la gomme arabique ; elle se gonfle et devient des milliers de fois plus grosse que son premier volume. C'est en raison de cette propriété de se gonfler dans l'eau sans s'y dissoudre qu'on la distingue, cependant on doit la considérer comme une variété des gommés, et non pas comme une espèce bien distincte. Son analyse n'a pas été faite. Elle avait reçu des noms particuliers qui n'ont pas été adoptés. On trouve cette gomme dans beaucoup de graines ; la graine de lin surtout en contient : en mettant cette graine dans l'eau, elle se gonfle considérablement.

On la trouve aussi dans le *salep*, matière que l'on avait considérée comme étant amilacée. Caventou a fait voir qu'il y a dans le salep plusieurs substances différentes ; mis dans l'eau, il se gonfle, et ses dissolutions par l'eau chaude sont semblables à celles des matières gommeuses.



On donne le nom de *ligneux* ou de *matière ligneuse*, au squelette des végétaux. Le *ligneux* est aux végétaux, ce que le phosphate de chaux est aux animaux; il forme la partie solide des végétaux; il reçoit une organisation, et constitue les fibres, les canaux dans lesquels les suc circulent.

On considère cette matière comme une substance constamment la même et distincte, quoiqu'il y ait une grande différence entre les divers bois. En effet, qu'y a-t-il de semblable entre le chêne et le peuplier? Cependant, si l'on fait abstraction de leur organisation, et que l'on ne considère que leur nature chimique, on trouvera cette dernière toujours la même; en un mot, la partie solide sera ce que nous appelons du *ligneux*. Le bois de chêne, la paille, le chanvre, sont formés de cette substance.

Le ligneux ne se présente jamais à nous avec des formes déterminées ou cristallines; il est organisé, il a une texture particulière donnée par la végétation. Deux plantes différentes présente-

ront du ligneux avec une organisation différente. Il est insoluble, sans saveur, sans odeur, d'une densité qui serait fort différente si l'on prenait la densité apparente; mais quand on la prend avec l'attention de dessécher le végétal et d'exclure l'air et les matières étrangères, on trouve qu'elle est à peu près la même pour tous les végétaux. Le tableau suivant des densités du ligneux de différents arbres en fournit la preuve.

#### La densité du ligneux

du peuplier est égale à	1,48,
du tilleul . . . . .	.1,48,
du           bouleau.....	1,48,
du sapin . . . . .	.1,46,
de l'érable. . . . .	.1,46,
du hêtre. . . . .	.1,53,
de l'orme.. . . .	.1,52,
du chêne. . . . .	.1,52.

Voilà des variations bien faibles, et qui peuvent dépendre de l'opérateur.

Ce tableau montre aussi que le ligneux pèse

une fois et demie autant que l'eau. Ces bois nagent pourtant sur l'eau; c'est que, par l'organisation, le ligneux contient une infinité de cellules.

Le ligneux est insoluble dans l'eau, l'alcool, les acides, les alcalis. Cette insolubilité le distingue de toutes les substances que nous avons vues.

Pour avoir la matière ligneuse pure, il faut prendre le bois, le laver, l'épuiser successivement par l'eau, l'alcool, les acides faibles, les alcalis faibles. Il restera encore ce que nous nommons la cendre; mais on peut déterminer pour chaque bois la quantité de cendre qu'il donne en brûlant une petite quantité : ainsi on peut tenir compte de cette augmentation dans la recherche des densités.

Non-seulement la densité montre que le ligneux est une matière identique dans tous les végétaux, mais l'analyse chimique le prouve d'une manière incontestable.

Voici le résultat des analyses que M. Thénard et moi avons faites. Sur 100 parties, il y a

Bois de fer. . . . .	{	62,21 de carbone.
	}	47,79 d'eau.
Moelle de palmier.	{	51 ,56 de carbone.
	}	le reste d'eau.
Écorce de chêne.	{	51,04 de carbone.
	}	le reste d'eau.
Écorce de hêtre. . .	{	52,22 de carbone.
	}	le reste d'eau.
Liège . . . . .	{	64,94 de carbone.
	}	30,92 d'eau.
	{	4,06 d'hydrogène.

Mais le liège est une substance particulière dont M. Chevreul a fait connaître les principes constituans : c'est une substance qui approche des matières résineuses.

Écorce du bois de	{	62,12 de carbone.
bouleau . . . . .		34,00 d'eau.
		2,88 d'hydrogène.

Ainsi, cette écorce contient, comme le liège , une quantité d'hydrogène qui excède les proportions de l'eau.

Bois de bouleau.	{	52,38 de carbone.
		le reste d'eau.

Fibre de palmier. } 53,40 de carbone.  
 un petit excès d'hydrogène.

Le bois de sapin, contenant une grande quantité de matière résineuse, a donné de l'hydrogène en moins.

Paille . . . . . } 52 environ de carbone.  
 le reste d'eau.

Buis . . . . . } 53,44 de carbone.  
 le reste d'eau

Cormonna. . . . . } 55 de carbone.  
 le reste d'eau.

Hêtre . . . . . } 51,45 de carbone.  
 le reste d'eau.

Chêne . . . . . } 52,55 de carbone.  
 le reste d'eau.

D'après ces analyses, nous pourrions considérer le ligneux comme formé, terme moyen, de 52 de carbone et de 48 d'hydrogène, et d'oxygène en proportion pour donner de l'eau ; et par matière ligneuse nous entendons le coton , l'écorce du chanvre, du lin, etc. Par ces détails, vous voyez que la matière ligneuse dans les différens végétaux est identique.

Le bois de chêne qui vient d'être coupé contient une quantité d'eau qui est considérable ; elle est le tiers du poids total du bois, ou plus exactement sur 100 parties, il y a 37 à 38 parties d'eau.

Selon l'analyse, les bois desséchés devraient donner, quand on les carbonise, 52 parties de charbon sur 100; mais le charbon que l'on obtient par la combustion n'atteint jamais ce nombre : quand on carbonise, il se produit des substances qui emportent du charbon, et la plus grande quantité que Rumfort ait pu en obtenir est 43,3 parties sur 100 de bois.

Il est curieux de savoir si l'on doit obtenir plus de chaleur avec 100 parties de bois sec ou avec 52 parties de carbone : or, 100 parties de bois sec donnent, d'après Rumfort, une quantité de chaleur égale à  $4314^{\circ}$ , et 52 parties de carbone donnent, d'après M. Despretz,  $4115^{\circ}$  de chaleur ; nombres qui ne sont pas très différens. Ainsi l'on peut dire que 100 kilog. de bois sec ne donnent pas beaucoup plus de chaleur que 52 kilog. de

carbone, ou qu'ils donnent une chaleur plus forte de  $\frac{1}{80}$ .

Le bois étant soumis à la distillation dans des vaisseaux clos, donne de l'eau, des gaz inflammables, une matière grasse et inflammable, composée d'une substance solide et d'une substance liquide; une huile qui donne de l'odeur aux autres produits, et un acide que l'on est parvenu à débarrasser de cette huile.

L'acide provenant de la distillation du bois est très fort : en le distillant une seconde fois, on l'obtient plus pur; cependant il a encore une saveur qui indique la présence de l'huile essentielle. On le combine avec de la craie : le goudron qui était en dissolution se sépare en grande partie; le reste ne peut se séparer de l'acétate de chaux, même par des cristallisations successives. Pour enlever ces dernières parties de goudron, il faut employer la calcination : mais la chaleur décompose l'acétate de chaux; il y aurait donc une perte considérable. On transforme le sel en acétate alcalin, en acétate de soude, par le sulfate

de soude qui opère un double échange ; l'acétate de soude reste en dissolution, le sulfate de chaux se précipite. On le sépare, on évapore jusqu'à siccité, on torréfie sur des plaques en fonte, et l'on a l'acétate de soude duquel on retire, par l'acide sulfurique, l'acide acétique.

Le ligneux peut être, comme l'amidon, converti en sucre par l'acide sulfurique. C'est à M. Braconnot que l'on doit la connaissance de ce fait. Il faut s'y prendre d'une autre manière que pour l'amidon ; en prenant l'acide sulfurique dans les mêmes proportions, on n'obtiendrait rien. Je suppose que l'on prenne du linge, de vieux chiffons ; pour 24 parties de ce linge, il faudra mettre peu à peu 34 parties d'acide sulfurique : au bout d'un certain temps, il se produit une espèce de pâte ; il se produit aussi un acide particulier, qui est l'acide hyposulfurique, lequel se combine avec une matière végétale. On sature avec de la craie, après avoir dissous la masse dans l'eau ; on sépare le sulfate de chaux ; on traite par l'acide oxalique , qui précipite ce



qui reste de la chaux. On n'a encore qu'une matière gommeuse ; toute matière gommeuse étant insoluble dans l'alcool, si l'on traite par l'alcool, elle se précipitera, et les acides resteront avec l'alcool.

Par ce procédé, on transforme le ligneux en gomme. Si l'on veut le transformer en sucre, il faut, après avoir versé l'acide sulfurique sur le linge, étendre la masse gommeuse d'eau, faire bouillir plusieurs heures, et l'on obtient un sucre qui ressemble absolument au sucre de raisin ou au sucre d'amidon.

Ce sucre éprouve la fermentation spiritueuse. Cette transformation ne peut être employée dans les arts; c'est un résultat sans importance, si on le considérait autrement que sous le rapport chimique.

L'acide nitrique agit aussi sur le ligneux, et donne de l'acide oxalique en abondance ; c'est même le ligneux qui, parmi les substances végétales, en donne en plus grande quantité.

Les alcalis faibles n'ont pas d'action sur le li-

gneux; mais quand on prend des alcalis très concentrés, de la potasse concentrée, par exemple, et qu'on fait chauffer le ligneux avec, il s'altère et se dissout. Cette dissolution est brune quand elle est exécutée à l'air; elle serait moins brune faite dans une cornue. Le ligneux en dissolution dans les alcalis n'a plus les mêmes propriétés; précipité par les acides et bien lavé, il se dissout dans l'alcool comme les résines. M. Bracconot a donné à cette substance le nom d'*ulmine*, parce qu'il pense qu'elle ressemble à une substance analogue à quelques produits végétaux, et que l'on trouve surtout dans l'orme.

# COURS DE CHIMIE.

## SOMMAIRE.

Corps inflammables. — Propriétés générales. — Composition. — Huiles grasses. — On peut séparer de la stéarine et de l'oléine de toutes les huiles par la pression. — Stéarine. — Oléine. — Propriétés des huiles. — Elles sont contenues dans les graines. — Huiles siccatives. — On peut les rendre plus siccatives par la litharge. — Huile de lin, d'œillet, de chenevis. — D'olives. — D'œillet. — Moyen de distinguer un mélange de ces deux dernières huiles. — Huile de colza. — Moyen de la purifier. — Huile de navettes. — Sa purification. — Cire. — Cire de *mirica cerifera* et d'autres végétaux. — Caoutchouc. — On le trouve dans beaucoup de plantes en Europe. — De la saponification. — Acide stéarique. — Margarique. — Oléique. — Glycérine. — Composition des acides gras.

Nous allons nous occuper des corps inflammables. Les substances comprises dans cette section sont nombreuses, de nature même fort dis-

semblable, quoique ayant des propriétés communes, que nous allons commencer par exposer. On entend par matières inflammables celles qui peuvent brûler, comme les huiles, la graisse, les huiles volatiles. Ce caractère d'inflammabilité appartient bien à toutes les substances de cette section, mais il n'appartient pas à elles seules ; le meilleur caractère est celui qui est tiré de leur composition : or, toutes ces matières inflammables contiennent de l'hydrogène en excès. Nous ajouterons à cela qu'en général elles ne sont pas solubles dans l'eau ; les matières-grasses sont toutes dans ce cas. Il est vrai que l'alcool, qui est une substance inflammable, est très soluble. En résumé, les matières inflammables seront pour nous des matières qui auront excès d'hydrogène sur l'oxygène, relativement aux proportions de l'eau, qui brûleront avec flamme, et dont un grand nombre ne seront pas solubles dans l'eau. Nous diviserons ces substances en deux classes : dans la première, nous comprendrons celles qui sont insolubles dans l'eau, comme

les corps gras, les huiles, les résines ; dans la seconde, nous mettrons celles qui sont solubles, comme l'alcool, l'éther. Cette division doit être considérée plutôt comme commode que comme réelle.

Parmi les substances inflammables qui ne se dissolvent pas dans l'eau, il y a les huiles fixes ou huiles grasses , lesquelles comprennent des corps solides. L'huile d'olives en hiver est complètement gelée; la cire, le caoutchouc, et beaucoup de corps gras sont dans cette classe. Nous ne considérerons pas l'état solide ou liquide , qui ne change pas la nature chimique de ces corps.

L'autre division comprendra les essences, matières liquides ordinairement, mais quelquefois solides. Enfin, nous aurons à examiner les résines, qui se placeront à côté des essences, en sorte que nous allons parler d'abord des huiles fixes proprement dites, ensuite des huiles volatiles et des résines.

Je remarque d'abord que les corps que nous avons à étudier, quelle que soit leur origine,

qu'elle soit végétale ou animale, sont composés de carbone, d'hydrogène, souvent d'oxygène, et jamais d'azote ; de manière que ce que nous dirons ici des matières grasses, nous l'étendrons aux matières grasses du règne animal, et même nous serons forcés, pour étudier certains corps, de prendre des matières grasses parmi les substances animales.

Nous venons de dire que ces matières grasses, ou huiles fixes, renferment toujours du carbone et de l'hydrogène, jamais d'azote, et quelquefois de l'oxygène; cependant, le cas le plus général est qu'elles contiennent de l'oxygène.

L'immense variété des corps gras ou des huiles fixes est, pour ainsi dire, effrayante; mais on est parvenu à retirer de ces corps un petit nombre de substances composantes, qui par leurs mélanges divers les représentent ou les forment tous. Nous ne pourrions vous parler que des caractères, des genres ou des espèces qui ont quelque importance en Chimie et dans les arts;

le temps nous manque pour passer en revue toutes les espèces.

C'est à M. Chevreul que l'on doit d'avoir simplifié l'étude de cette partie de la science, par la découverte qu'il a faite des changemens que les substances qui composent les corps gras éprouvaient par les agens chimiques.

En prenant une des matières solides dont nous nous occupons, comme le suif, par exemple, on peut en extraire par des moyens mécaniques convenables deux substances : l'une qui est solide à la température ordinaire et qui, parce qu'elle a été extraite du suif, a reçu le nom de *stéarine*; l'autre qui est liquide, et qui, par son aspect, a reçu le nom d'*oléine*. Puisqu'on peut retirer du suif ces deux substances par des moyens mécaniques, on doit admettre qu'elles y étaient en mélange ; ce qui le prouve invinciblement, c'est qu'en les réunissant dans les mêmes proportions que donne le suif, on forme du suif.

Si l'on prend une matière plus molle, de l'huile d'olives qui est liquide à la température ordi-

naire, et qui en hiver se fige en partie, et qu'on la traite par des moyens mécaniques, on en séparera aussi deux parties. Ainsi, en la pressant entre des papiers non collés, on absorbera la partie liquide, et la partie solide restera sur les papiers; en renouvelant suffisamment les papiers, on finira par absorber entièrement la partie liquide que les papiers rendront par pression, et l'on aura encore de la *stéarine* et de l'*oléine*.

Par des moyens mécaniques, on peut donc diviser les huiles fixes et les corps gras en deux substances composantes, l'une solide, l'autre liquide, et par la connaissance de ce fait nous pouvons nous rendre compte de la nature des corps gras ou des huiles fixes. Ces corps sont plus solides à proportion que la *stéarine* domine; ils sont liquides quand au contraire c'est l'*oléine* qui domine.

Les huiles et les corps gras ont des propriétés particulières, non-seulement à raison des proportions de la *stéarine* et de l'*oléine*, mais encore à raison des matières colorantes et odorantes qu'elles contiennent. Ces matières colorantes et



odorantes ne paraissent pas, au reste, faire partie de leur nature intime.

Nous allons commencer par exposer les propriétés de la stéarine et de l'oléine, supposées à l'état de pureté.

C'est M. Braconnot qui a indiqué le moyen mécanique de les séparer de l'huile par le papier non collé que l'on mouille et presse pour en retirer ensuite l'oléine qu'il a absorbée.

On peut, pour les séparer, employer, comme a fait M. Chevreul, des moyens chimiques. L'oléine est plus soluble dans l'alcool que la stéarine. Si l'on veut préparer l'oléine, il faut prendre les corps dans lesquels elle domine ; si l'on veut préparer la stéarine, il faut prendre les corps où elle est en plus grande proportion. Pour avoir la stéarine, je suppose, on traite le suif par l'alcool qui dissout l'oléine ; on sépare le précipité, que l'on traite de nouveau par l'alcool ; et en traitant ainsi successivement les précipités , on finit par avoir la stéarine assez pure. L'oléine est dans la dissolution ; mais quelques précautions que l'on

prenne, on ne peut pas se flatter d'avoir la stéarine et l'oléine absolument pures; elles se dissolvent l'une et l'autre : la stéarine retient de l'oléine , l'oléine entraîne de la stéarine. Cela n'empêche pas d'admettre dans les huiles et les corps gras deux substances bien distinctes par leur état et leur composition; de sorte que ce que je viens de dire est incontestable relativement à la composition de ces substances par le mélange de deux autres.

La stéarine se distingue par les propriétés suivantes : elle est insoluble; en se séparant de l'alcool , elle cristallise en aiguilles fines; elle est cassante ; elle tache peu les doigts; elle fond à 44° du thermomètre centigrade; l'alcool bouillant en dissout 16 parties, ce qui est peu considérable. En général, les corps gras ne sont pas très solubles dans l'alcool. Elle se comporte avec les alcalis et les acides d'une manière remarquable, que nous examinerons tout à l'heure. Les stéarines de mouton, d'homme, d'olive, sont à peu près les mêmes. Sur 100 parties, selon M. Chevreul,

La stéarine contient  $\left\{ \begin{array}{l} 78,776 \text{ carbone.} \\ 9,454 \text{ d'oxigène.} \\ 11,770 \text{ d'hydrogène.} \end{array} \right.$

On voit qu'elle est riche en charbon. En général, les matières grasses contiennent beaucoup de charbon. Je ne citerai pas les diverses analyses qui ont été faites de la stéarine particulière à chaque corps gras ; les différences entre les résultats ne sont pas très grandes.

L'oléine est une matière liquide à 4° au-dessous de zéro ; à 5 ou 6° au-dessous de zéro, elle se congèle et prend la forme de petits cristaux en aiguilles. Sa densité est de 0,913. Elle est insoluble dans l'eau ; plus soluble dans l'alcool bouillant que la stéarine, et à froid il en retient aussi une quantité plus considérable. Sa composition est à peu près analogue à celle de la stéarine. Sur 100 parties,

L'oléine contient  $\left\{ \begin{array}{l} 79,354 \text{ carbone.} \\ 9,556 \text{ d'oxigène.} \\ 11,090 \text{ d'hydrogène.} \end{array} \right.$

Tel est le résultat que donne l'analyse de l'oléine

de mouton. Les nombres des autres oléines oscillent autour de ceux-là.

La stéarine et l'oléine ne sont pas volatiles ; elles donnent bien des produits volatils , mais alors il y a décomposition. C'est parce que ces substances ne sont pas volatiles qu'on nomme les huiles qu'elles forment *huiles fixes* ; leurs mélanges et elles-mêmes peuvent supporter une température de 300° sans se décomposer. Quand on les chauffe, on observe des bulles qui se dégagent : ces bulles sont dues à un peu d'eau.

Plus haut que 300° , elles commencent à se décomposer : elles donnent des gaz inflammables et des acides.

Ces matières ont la propriété de tacher. Une fois qu'on a mis une goutte d'huile sur le papier, la tache reste ; l'huile ne s'en va pas, elle ne se volatilise pas, elle est fixe. Si l'eau n'était pas volatile, elle persisterait sur les corps et tacherait comme les huiles et les graisses.

D'après ce qui précède, il est facile de se faire une idée des diverses espèces d'huiles. Leur na-

ture dépend des proportions de la stéarine et de l'oléine, et dans toutes l'oléine domine ; c'est pour cela qu'elles sont liquides.

Avant que d'entrer dans quelques détails sur les huiles , j'exposerai ici les propriétés qui appartiennent à toutes.

Les huiles grasses, exposées à l'action de l'air, absorbent peu à peu de l'oxigène : cette absorption est fort lente; il faut à quelques-unes non-seulement plusieurs mois, mais même plusieurs années. Cet oxigène, d'après les expériences de M. Saussure, ne forme pas d'eau; il est fixé. Cependant, il y en a une portion qui forme de l'acide carbonique.

L'huile de noix, selon une de ces expériences, avait absorbé 145 fois son volume de gaz oxigène, et n'avait produit que 22 volumes de gaz acide carbonique.

Parmi les corps simples qui ont de l'action sur les huiles, je citerai celle du chlore. Quand on le fait arriver à l'état gazeux sur les huiles, il leur enlève une portion d'hydrogène avec laquelle il

se combine pour former de l'acide hydrochlorique que l'on peut recueillir; et en même temps une partie du chlore se combine avec l'huile et prend la place de l'hydrogène enlevé, de sorte que l'on a une autre substance inflammable. Voici du suif qui a été traité de cette manière; il présente maintenant une substance molle, dans laquelle il y a beaucoup de chlore. Voici de la cire qui a été traitée d'une manière analogue, et qui a aussi donné un nouveau composé.

L'iode, le brome, ont des actions analogues.

Le soufre, le phosphore, ont aussi une action sur les corps gras; mais elle est beaucoup plus faible.

Le soufre se dissout dans les corps gras; le phosphore s'y dissout aussi, et l'on peut même faire cristalliser cette combinaison du phosphore. Si l'on favorise la dissolution par l'action de la chaleur, il se produit un phénomène semblable à celui que présente le chlore : il y a de l'hydrogène enlevé et formation d'hydrogène phos-

phoré, et le phosphore prend la place de l'hydrogène.

Le potassium n'exerce qu'une action faible sur les huiles; cependant comme il en est qui contiennent de l'oxigène , il agit sur elles : il passe à l'état de potasse, et forme ensuite une espèce de savon.

Les huiles fixes sont insolubles dans l'eau, ou soluhles d'une manière insensible.

L'alcool peut les dissoudre, mais en petite quantité, à froid; à chaud, il en dissout une quantité plus considérable.

Le véritable dissolvant des corps gras est l'éther sulfurique.

Les acides et les alcalis, par l'action de la chaleur, produisent le phénomène de la saponification , dans lequel la stéarine et l'oléine se transforment en acides.

L'acide sulfurique produit la saponification.

Le feu appliqué aux corps gras les décompose, et produit aussi des acides en même temps qu'il donne d'autres substances.

Les huiles dont nous parlons maintenant sont contenues dans les graines de certains végétaux, et on les en extrait par simple pression. Quand on opère à froid, ou en employant une chaleur modérée, on a l'huile la plus pure, l'huile vierge ; quand on opère en chauffant les graines, on a une huile moins pure. L'action de la chaleur a pour but de rendre l'huile plus fluide, et alors elle s'extrait plus facilement. Les graines contiennent souvent une matière albumineuse qui est coagulée par l'action de la chaleur.

Parmi les huiles, il en est qui se dessèchent plus promptement à l'air que d'autres ; de là une distinction peu importante de ces substances en huiles siccatives et en huiles non siccatives.

L'huile de lin est très siccative ; sa densité est de 0,928. A la température ordinaire, elle est fluide elle ne se solidifie qu'à 20° au-dessous de zéro. Étant laissée à l'air, elle se fige peu à peu ; elle absorbe de l'oxigène et devient solide : c'est ce que l'on appelle se dessécher. Cette propriété a rendu l'huile de lin impor-



tante. On a cherché, pour la rendre encore plus utile, à abrégé le temps de la dessiccation, et l'on y est parvenu en cuisant l'huile à un feu plus ou moins fort. Elle donne de l'eau, une huile plus fluide qui se sépare., et elle s'épaissit et se brunit à la fois ; elle est comme une pâte molle, et on l'applique, rendue plus fluide par la chaleur, sur les cuirs. On ajoute aussi, en la cuisant, un peu de litharge en poudre impalpable pour la rendre siccativ ; cet oxide de plomb fournit de l'oxigène, car le plomb est en grande partie réduit. On ajoute encore quelquefois du sulfate de zinc ; mais on ne connaît pas les effets de ce corps.

Quand on doit employer l'huile de lin avec les couleurs, on ne la rend pas siccativ, ou au moins on la dessèche très peu.

Cette même huile, fortement desséchée et mêlée avec le noir de fumée, constitue l'huile des imprimeurs.

L'huile de chènevis est dans le même cas ; elle est très siccativ.

## 16 COURS

L'huile d'œillet ou de pavot est siccativ, et employée pour la peinture; on l'emploie aussi pour la table, parce qu'elle n'a pas de saveur.

L'huile d'olives se distingue par un parfum qui est celui de l'olive. Dans le commerce on aromatise l'huile d'œillet, en la mêlant avec de l'huile d'olives. La densité de l'huile d'œillet est de 0,925.

On met parmi les huiles siccatives l'huile de ricin, qui s'en distingue cependant par une grande solubilité dans l'alcool, ce qui annonce une nature différente.

Comme exemple d'huile non siccativ, je citerai l'huile d'olives : sa densité à 12° est de 0,919. Cette densité, comme celle de toutes les huiles, est très variable, selon la température. Les huiles se dilatent beaucoup par la chaleur, et même d'une manière assez régulière, jusqu'à 100° et au-dessus.

On distingue dans l'huile d'olives plusieurs variétés, en raison de l'époque de la préparation'. La plus pure est l'huile vierge, extraite par simple

pression ; elle a un parfum agréable, et se prend en masse l'hiver. On a une huile de seconde qualité, quand l'extraction est opérée par l'eau chaude : elle est moins agréable que la première. Enfin il y a une huile plus commune que l'on extrait des olives conservées sans soins, et qu'on a laissées fermenter; cette huile est excellente pour les savons.

L'huile d'olives est beaucoup plus chère que les autres ; l'huile d'œillet coûte moitié moins : il est vrai qu'elle ne forme pas des savons aussi parfaits. Dans le commerce, on n'a pas manqué de mêler l'huile d'œillet à l'huile d'olives. On a donné un moyen de reconnaître ce mélange.

Le moyen n'est pas rationnel, mais il est suffisant pour le commerce et les arts : il est dû à un pharmacien de Marseille. Il consiste à faire du nitrate de mercure en dissolvant 12 parties de mercure dans 15 d'acide nitrique à 58°. Ce nitrate étant fait, on le conserve pour s'en servir au besoin. On mélange 92 grammes de l'huile qu'on veut éprouver avec 8 grammes de la dis-

solution mercurielle ; on agite bien, et on laisse le mélange du jour au lendemain dans un lieu frais. L'huile d'olives se prend en masse ; l'huile d'œillet ne donne qu'un dépôt insignifiant : leur mélange donne une masse figée proportionnelle à la quantité d'huile d'olives. Ayant les termes extrêmes, on fait des mélanges dans des proportions déterminées de l'huile d'olives pure avec l'huile d'œillet, et l'on voit celui qui se rapproche de l'huile que l'on examine. Quand on a l'habitude de ce genre d'épreuve, on peut évaluer la quantité d'huile d'œillet qui entre dans le mélange, à  $\frac{1}{50}$  près.

Parmi les huiles non siccatives, il faut ranger l'huile d'amandes douces.

L'huile de colza et l'huile de navette sont extraites de la graine des plantes de ce nom qui sont cultivées dans le Nord : on les emploie pour l'éclairage et pour la fabrication des savons. Ces huiles sont inflammables ; mais quand on les applique à l'éclairage, elles forment avec les mèches ce que l'on appelle *champignon*, et don-

nent par conséquent une mauvaise combustion. M. Thénard a trouvé le moyen de purifier l'huile de colza, ou de détruire la matière mélangée à l'huile qui nuit à l'éclairage. Pour cela, il faut mêler à l'huile 2 centièmes de son poids d'acide sulfurique concentré; on n'en emploie quelquefois que  $1\frac{1}{2}$  centième. On agite l'huile pendant 20 minutes ou une demi-heure; l'acide sulfurique n'agit pas sur l'huile, et détruit la matière étrangère qui forme des flocons bruns. Quand on voit les flocons bien rassemblés, on juge que l'opération est terminée. On ajoute les  $\frac{2}{3}$  d'eau relativement au volume de l'huile; on agite encore, et l'eau enlève l'acide sulfurique. Il faut ensuite livrer au repos pendant 4 à 5 jours, et entretenir une température élevée pour que l'huile soit plus fluide. On décante l'huile, et on la passe au travers du coton mis entre des plaques de métal percées de trous.

On purifie l'huile de navette en la battant avec les débris de la graine d'où elle a été extraite. On forme avec ces débris des pains ou des gâ-

teaux ; en en mettant quelques kilogrammes dans un tonneau avec de l'huile et en agitant, l'huile perd toute matière étrangère qui lui est enlevée par la graine.

L'huile de palme est ordinairement solide ; elle ne se fond qu'à une température de 29°. Le beurre de cacao, le beurre de muscade, le beurre de laurier, sont des huiles concrètes : elles sont toujours pour nous des mélanges de stéarine et d'oléine. La stéarine y domine, et c'est ce qui leur donne de la consistance.

Nous placerons à la suite de ces huiles grasses d'autres corps à l'état solide, mais qui doivent être distingués des corps que nous venons d'examiner : telle est la cire. Elle est différente par son état et par ses propriétés chimiques.

La cire commune est le résultat du travail des abeilles. On avait cru long-temps qu'elle était sécrétée par les végétaux où les abeilles allaient la recueillir ; mais Hubert de Genève a montré qu'elle était le résultat d'une sécrétion particu-

lière de l'insecte, car on recueille de la cire en nourrissant les abeilles avec du miel.

Cependant les végétaux fournissent de la cire par leurs tiges, leurs feuilles, leurs fruits; cette substance est répandue partout dans la végétation. Il y a des végétaux qui en fournissent une grande quantité.

La cire des abeilles est ordinairement jaune; mais on peut facilement lui enlever cette couleur. On fond la cire, on la fait tomber sur un cylindre de bois, qui plonge dans l'eau et qui tourne; elle se réduit en nappes ou en rubans minces qui se détachent du cylindre. Ces rubans jaunes, exposés au soleil pendant quelques minutes, y blanchissent promptement : on les étend sur des toiles pour les exposer au soleil; quand la cire est blanche, on la fond de nouveau et on l'expose encore au soleil : alors elle est pure. Dans cet état, elle n'a ni odeur ni saveur. Sa densité à 15° est de 0,966 ; elle se fond à 63° centigrades.

La cire est peu soluble dans l'alcool. A chaud,

elle s'y dissout en quantité notable ; par le refroidissement, elle donne des flocons qui n'ont aucune apparence cristalline. M. John a cru voir deux substances distinctes dans la cire : quand on la traite par l'alcool de manière à ne pas tout dissoudre, on la divise en deux parties; celle qui a été dissoute n'a plus les mêmes propriétés, mais il y a eu là altération, et rien ne prouve qu'il y ait deux matières dans la cire.

La cire est particulièrement distinguée des corps précédens par le refus de se laisser saponifier. Elle forme une émulsion, une matière laiteuse avec les alcalis, mais ne se combine pas. Elle ne s'altère pas étant fondue avec le carbonate de potasse, car on peut l'en séparer avec toutes ses propriétés. On la dissout dans le carbonate de potasse pour cirer les appartemens.

On blanchit la cire par le chlore; mais il se combine avec la cire, et en la brûlant, elle répand dans les appartemens des vapeurs épaisses d'acide hydrochlorique. Il faut renoncer à ce moyen de la blanchir.



On a trouve la cire dans le *myrica cerifera*, arbrisseau qui croît dans la Louisiane. Les baies de ce végétal sont enveloppées d'une couche de cire que l'on détache dans l'eau chaude; cette cire ne diffère pas sensiblement de celle des abeilles. Selon M. John, elle fond à 43°. Elle a une densité différente de celle que nous avons donnée pour la cire; excepté cela, elle lui ressemble.

On a aussi donné le nom de cire à une matière inflammable que l'on trouve sur l'écorce d'un palmier. Mais cette matière ayant été examinée dernièrement, on lui a attribué des propriétés qui la distinguent des cires et la rapprochent des résines.

Elle se dissout mieux dans l'alcool que la cire. Elle demande pour se fondre une chaleur beaucoup plus considérable : il lui faut une température entre 92° et 100°, comme pour les résines. Elle paraît mieux se combiner avec les alcalis. Elle brûle avec de la fumée, ce que ne fait pas la cire. On ne la brûle pas dans le pays, à moins

que ce ne soit le peuple ; pour en faire un éclairage de luxe, il faut la mêler avec le suif.

Il y a aussi une autre matière qui mérite le nom de cire, et que l'on trouve dans le lait de l'arbre de la vache. Le suc de cet arbre est un véritable lait ; les Indiens s'en nourrissent. On sépare de ce lait une matière qui se fond à  $63^{\circ}$ , et qui paraît avoir la plus grande analogie avec la cire ordinaire.

Enfin, il y a une matière que l'on appelle la matière verte des végétaux et qui paraît composée de deux substances, dont l'une se rapproche de la cire. Quand on prend les feuilles et qu'on les traite par l'alcool, on en sépare une matière grasse qui, sans avoir toutes les propriétés de la cire, s'en rapproche cependant ; c'est un objet qui mérite de nouvelles recherches. La matière verte joue un grand rôle dans le règne végétal ; elle sert à la nutrition, et y remplit les mêmes fonctions que le sang dans les animaux.

Nous terminerons l'histoire de la cire en faisant connaître son analyse. Sur 100 parties

La cire contient } 81,79 de carbone.  
                          } 12,67 d'hydrogène.  
                          } 5,54 d'oxygène.

Cette analyse est de M. Thénard et de moi.

Nous allons maintenant étudier des corps inflammables solides.

Nous placerons ici le caoutchouc. C'est une matière qui se présente à l'état solide ; mais elle était en dissolution dans le suc végétal qui la contient. Elle a une couleur brune qui lui est étrangère : elle est produite par la dessiccation qu'on lui fait éprouver quand on la prépare. Cette matière, à l'état solide, est élastique ; c'est ce qui lui a fait donner le nom de gomme élastique. Pendant l'été, elle est ramollie. Quand on la coupe en été et que l'on rapproche les deux sections, en raison du ramollissement, elles adhèrent et se collent l'une à l'autre. Par cette propriété, on peut faire avec la gomme élastique des cylindres du diamètre que l'on veut, et ces cylindres lutent parfaitement les tubes ; ils ne laissent rien échapper par les sutures. Mais

il faut, pour bien souder les coupures, exposer les tuyaux de caoutchouc à la vapeur de l'eau bouillante. On serre le tuyau avec un fil sur le tube qu'on veut luter.

Le caoutchouc a une densité moindre que celle de l'eau ; cette densité est exprimée par 0,933.

Cette matière brûle très bien en donnant beaucoup de fumée; on n'en a pas fait l'analyse : on peut être certain que l'hydrogène y est en excès.

Dans l'eau, elle est complètement insoluble ; elle se dissout très bien dans l'alcool.

Elle se dissout aussi dans l'éther sulfurique, mais il faut des précautions particulières. Si l'on prenait la gomme élastique et qu'on la fit bouillir dans l'éther sulfurique, elle s'y dissoudrait mal; il faut auparavant la faire bouillir dans l'eau.

L'alcool la précipite de la dissolution dans l'éther, parce que l'alcool s'empare de l'éther.

Le caoutchouc se dissout dans les huiles essentielles et dans les huiles grasses, et forme des vernis.

Quoique cette substance donne de l'ammoniaque par la distillation, elle ne doit pas être considérée comme contenant de l'azote; c'est une substance qui lui est étrangère qui contient l'azote.

Soumise à l'action de la chaleur, elle donne une masse glutineuse et persiste dans cet état.

Cette matière est d'un très grand usage dans les arts pour les vernis.

Elle ne se dissout pas dans la potasse et ne forme pas de savon.

On la trouve répandue dans un grand nombre de végétaux de l'Amérique méridionale et des Indes orientales. Ces arbres ont un suc laiteux dans lequel nage le caoutchouc, mêlé avec une matière caséuse de nature animale. Ce suc laiteux s'épaissit au contact de l'air, et donne la gomme élastique blanche.

Celle qu'on nous envoie est noire, parce que, pour faire épaisir plus promptement le caoutchouc, on expose le suc laiteux à la fumée.

On trouve le caoutchouc en Europe dans plusieurs plantes : on le trouve dans le guy, dans la scorsonnaire, le salsifis ; le suc de ces plantes est laiteux. En prenant une goutte de ce lait, l'humidité s'évapore, et il reste une petite boulette de caoutchouc. Le suc du figuier et d'autres végétaux contient aussi cette substance.

Ayant parcouru les principaux corps gras, nous allons nous occuper de la saponification.

La saponification consiste à mêler le corps gras avec un alcali ou un oxide, avec la potasse, la soude, l'ammoniaque, la chaux, la baryte, la strontiane, l'oxide de plomb, l'oxide de zinc, etc. ( Les oxides de fer et de cuivre n'ont pas l'énergie suffisante pour produire la saponification. )

La saponification peut se faire, soit en prenant un corps gras, soit en prenant un mélange de stéarine et d'oléine : dans l'un et l'autre cas, la base déterminera la formation de trois acides, les acides stéarique, margarique et oléique qui s'uniront avec elle, et d'une substance particulière à laquelle on a donné le nom de glycérine et qui

reste dans la dissolution. C'est à M. Chevreul que l'on doit la connaissance de ces phénomènes de la saponification. Pour fixer les idées, prenons une substance grasse particulière et une base particulière, et voyons comment, par l'analyse, on peut acquérir la preuve de la formation de trois sels dans la saponification, et d'une matière nouvelle, la glycérine.

Prenons 4 parties de graisse de porc, 4 parties d'eau et 1 partie de potasse caustique. Il faut les faire bouillir jusqu'à ce que la matière devienne transparente. L'opération de la saponification est terminée quand, prenant de la matière bouillie et la mettant dans l'eau chaude, elle s'y dissout complètement sans laisser d'yeux à la surface. Alors, la graisse est changée en trois acides, stéarique, margarique et oléique, et en glycérine : les acides sont combinés avec la potasse, et forment trois sels réunis.

Les alcalis n'ont d'autre effet que de déterminer, par leur affinité, la formation de ces acides; ou bien, s'ils existaient dans la stéarine et dans l'o-

léine, les alcalis les séparent, les mettent à nu pour s'en emparer.

La glycérine est soluble dans l'eau; les acides stéarique , oléique , margarique , n'y sont pas solubles.

Si donc on verse dans la matière bouillie un acide, comme il s'emparera de la potasse, on aura les trois acides stéarique, margarique et oléique isolés : à froid, ils formeront comme un précipité; à chaud, ils viennent nager sur l'eau, et l'on peut les enlever. La glycérine reste dans la dissolution.

M. Chevreul s'est servi de l'acide phosphorique ou de l'acide tartrique pour précipiter les acides stéarique, margarique et oléique : on pourrait prendre un acide quelconque.

La glycérine étant dans la dissolution, en évaporant jusqu'à siccité et en traitant par l'alcool, on l'obtient isolée. C'est une matière sirupeuse, sans couleur, d'une saveur douce.

Il s'agit de séparer les acides stéarique, margarique et oléique, et pour simplifier supposons



qu'il n'y en ait que deux , l'acide stéarique et l'acide oléique. La graisse d'homme est dans ce cas ; elle ne donne que deux acides, l'acide margarique et l'acide oléique, ou plutôt elle ne fournit, par la saponification, que ces deux acides.

On redissout les acides stéarique et oléique par la potasse après en avoir pris le poids, et l'on étend la dissolution d'une grande quantité d'eau ; avec le temps, il se forme un dépôt blanc, nacré. Voici pourquoi.

L'eau en grande quantité décompose en partie les sels, et il se forme un bi-stéarate et un bi-margarate de potasse, lesquels sont insolubles, tandis que les stéarates et margarates neutres sont solubles. Nous supposons ici qu'il n'y ait que de l'acide stéarique. On sépare le bi-stéarate qui a entraîné avec lui de l'oléate ; pour cela, on traite par l'alcool bouillant, qui dissout très bien l'oléate et le bi-stéarate, et qui à froid ne dissout bien que l'oléate ; on fait cristalliser ; l'oléate reste dans l'alcool ; on redissout les cristaux dans l'alcool bouillant; on fait cristalliser de nouveau,

et par des cristallisations successives on a un bi-stéarate assez pur.

Pour avoir le stéarate neutre qui reste dans la dissolution, on ajoute une petite quantité d'acide stéarique; le stéarate, transformé en bi-stéarate, se précipite, et l'on n'a plus dans la dissolution que de l'oléate de potasse.

On décompose l'oléate de potasse par un acide, et l'acide oléique vient nager sur l'eau.

On décompose aussi le stéarate en le faisant chauffer avec de l'eau et un acide : l'acide stéarique perdant la potasse, surnage le liquide.

S'il y avait eu, par la saponification, formation d'acide margarique en même temps que d'acide stéarique, comme dans l'hypothèse que nous avons faite de la saponification de la graisse de porc, on séparerait le bi-margarate de potasse du bi-stéarate par l'alcool ; le margarate y est plus soluble que le stéarate.

L'acide stéarique se présente comme une masse blanche; mais si on le fait cristalliser dans l'alcool, on peut l'obtenir en belles aiguilles. Il est

tout-à-fait insoluble dans l'eau. Il se fond à  $70^{\circ}$  du thermomètre centigrade. Il est très soluble dans l'alcool, tandis que la matière grasse y est insoluble : 1 partie d'alcool à  $50^{\circ}$  dissout 1 partie d'acide stéarique.

Ce qui caractérise l'acide stéarique est d'être solide et gras ; de brûler comme de la cire ; de se fondre à  $70^{\circ}$  ; d'être soluble dans l'alcool ; de rougir les couleurs bleues végétales ; de pouvoir neutraliser les alcalis, et de former des sels qui cristallisent, et que l'on a improprement nommés *des savons*.

L'acide margarique ne se distingue de l'acide stéarique que parce qu'il se fond à  $66^{\circ}$ , et qu'il donne dans ses combinaisons salines des cristaux nacrés ; c'est par ces motifs que M. Chevreul a été porté à le considérer comme un acide particulier : ces raisons ne nous paraissent pas suffisantes pour établir une différence entre eux. Au reste, pour notre étude, nous pouvons faire abstraction de l'acide margarique.

L'acide oléique se présente comme une ma-

tière liquide : il ne se fige qu'à plusieurs degrés au-dessous de zéro. Il n'a pas de saveur sensible ; il rougit très peu le tournesol. Il se dissout dans l'alcool et dans l'éther.

L'acide stéarique et l'acide oléique peuvent être volatilisés l'un et l'autre par une chaleur ménagée.

L'acide oléique a pour densité 0,898. Il se combine très bien avec toutes les bases. Nous parlerons de quelques-uns de ces sels.

Donnons maintenant la composition des acides stéarique et oléique ; elles diffèrent très peu l'une de l'autre. Et d'abord ils ont le même nombre équivalent 33,33. C'est avec ce nombre qu'ils neutralisent les bases.

100 parties d'acide stéarique contiennent.	}	7,463 d'oxygène. 79,963 de carbone. 12,574 d'hydrogène.
--	---	---

Ou bien l'acide stéarique est formé de .	}	5 atomes d'oxygène. 70 atomes de carbone. $17\frac{1}{2}$ atomes d'hydrogène.
--	---	---

100 parties d'acide margarique contiennent.. } 9,07 d'oxigène.  
78,67 de carbone.  
12,26 d'hydrogène.

100 parties d'acide oléique contiennent. . . } 7,5g d'oxigène.  
81,32 de carbone.  
11 ,09 d'hydrogène.



# COURS DE CHIMIE

---

## SOMMAIRE.

Stéarate et bi-stéarate de potasse. — Oléate et bi-oléate de potasse. — Fabrication du savon. — Différence du savon blanc et du savon marbré. — Glycérine.—Formation des acides stéarique, margarique et oléique par la distillation et l'action de l'acide sulfurique. —Huiles essentielles. —Les unes contiennent de l'oxigène, les autres n'en contiennent pas. — Essence de térébenthine.—Pour l'obtenir pure, on la distille avec l'eau. — C'est le moyen qu'on emploie pour obtenir les huiles essentielles. — Camphre artificiel. — Camphre. — Naphte. — Pétrole. — Naphtaline. — Résines. — Elles se comportent comme des acides.— Colophane.—Copal.—Laque.—Succin. — Alcool.

Relativement aux acides qui sont le produit de la saponification, nous avons à examiner leurs combinaisons avec les diverses bases. Nous par-

lerons d'abord de celles qu'ils forment avec la potasse.

L'acide stéarique forme avec les bases deux espèces de sels : des sels neutres, contenant 1 atome d'acide et 1 atome de base, ou des bi-stéarates, contenant 2 atomes d'acide et 1 atome de base.

En chauffant le stéarate neutre de potasse, il se transforme en grumeaux. Dissous dans l'alcool bouillant, il cristallise par le refroidissement en paillettes. Il a une saveur légèrement alcaline. L'alcool pur, bouillant, en dissout 15 parties ; l'alcool moins pur en dissout moins : à froid, l'alcool en dissout  $\frac{1}{2}$  partie. Les acides, en s'emparant de la potasse, séparent facilement la matière grasse ou l'acide stéarique. L'eau décompose le stéarate de potasse ; nous n'étudierons pas ces phénomènes de décomposition dans tous leurs détails : ces phénomènes dépendent des proportions d'eau. Nous supposerons que l'on dissout le stéarate neutre dans une grande quantité d'eau.

La potasse a une grande affinité pour l'eau , plus grande que celle qu'elle a pour l'acide stéa-



rique : le liquide devient laiteux, se trouble, et laisse déposer une matière sous forme de petites paillettes nacrées; l'eau s'empare d'une portion de la base, et le sur-sel se précipite. Les stéarates deviennent insolubles quand l'acide est dominant; c'est le contraire de ce que nous avons vu généralement jusqu'ici. Les acides rendent ordinairement plus solubles les combinaisons, étant eux-mêmes très solubles; mais ici l'acide est une matière grasse peu soluble. Le sel qui se précipite est précisément le bi-stéarate, que l'on obtient plus pur en le faisant dissoudre dans l'alcool chaud, et en le faisant cristalliser.

Lorsqu'on prend du savon ordinaire, qui n'est qu'un mélange de stéarate, de margarate et d'oléate, et qu'on en fait une dissolution dans l'eau, à froid, la dissolution n'est jamais transparente ; à chaud, il se forme un liquide jaunâtre, qui laisse déposer une matière blanche. Ce dépôt est un bi-stéarate, un bi-margarate et un bi-oléate.

La soude forme , avec l'acide stéarique , des composés analogues a ceux donnés par la potasse :

elle forme d'abord un stéarate neutre qui se décompose par l'eau, et donne un bi-stéarate.

L'acide oléique étant un acide liquide à la température ordinaire, il forme avec la potasse, la soude et l'ammoniaque, des combinaisons plus solubles dans l'eau que les stéarates et les margarates. C'est sur cette propriété qu'est fondé le procédé pour séparer l'acide stéarique de l'acide oléique; par des lavages, on peut séparer le bi-stéarate du bi-oléate.

Pour préparer l'oléate neutre de potasse, on prend une partie d'acide et une partie de potasse que l'on dissout dans cinq à six fois leur poids d'eau; la combinaison se forme et se sépare du liquide; on traite ensuite par l'alcool.

L'oléate neutre mis dans l'eau, se présente comme une matière gélatineuse; il ne cristallise pas. En le mettant dans beaucoup d'eau, on n'a pas de précipité sur-le-champ; ce n'est qu'avec le temps qu'il se forme un sur-sel, un bi-oléate, des proportions duquel on n'est pas certain.

La meilleure manière d'obtenir le bi-oléate

est de prendre 2 atomes d'acide contre 1 de base, et de faire bouillir dans 3 ou 4 parties d'eau.

La saponification d'une matière grasse donne toujours pour résultat les divers acides dont nous venons de parler, combinés avec la base que l'on a employée.

Les sels formés par ces acides avec la baryte, la strontiane, la chaux, et tous les oxides métalliques sont insolubles; ils ne peuvent être dissous que dans l'alcool. On obtient ces sels par double décomposition. Ils ont diverses couleurs : avec l'oxide de cuivre, on a des sels verts qui se dissolvent dans les essences , et qui peuvent être employés pour la peinture.

En versant dans le savon un sel de baryte, de chaux, de strontiane, il se forme un magma qui est un savon à base de baryte, de chaux ou de strontiane. Ce magma a lieu toutes les fois qu'on verse de l'eau de savon dans de l'eau de puits. Toute eau qui donne un semblable précipité a été appelée eau crue, sans doute à cause qu'elle est impropre à la cuisson des légumes. On ne doit

pas employer dans les arts, et pour le blanchissage, les eaux de puits, parce qu'elles forment des sels insolubles. On peut cependant enlever la matière calcaire qu'elles contiennent par une certaine quantité de savon, et les employer ensuite pour le blanchissage.

Je ne m'arrêterai pas à exposer en détail les manipulations relatives à la fabrication du savon. La saponification en grand consiste à combiner un alcali, la soude surtout, avec le suif, les matières grasses, et plus généralement avec l'huile d'olives qui forme les savons les plus durs. On la mêle avec un peu d'huile d'oeillet, afin d'obtenir des savons plus faciles à couper.

On distingue dans le commerce deux espèces de savons : le savon blanc et le savon marbré ; voici en quoi consiste leur différence. La soude que l'on emploie n'est pas pure ; elle contient de l'alumine et du fer : la combinaison de l'huile avec la soude forme le savon blanc ; sa combinaison avec l'alumine et le fer forme un savon noir. Par la cuite, ces deux savons sont mêlés,

et l'on a une masse grise qui se sépare du liquide, parce qu'on a soin de le saturer de sel marin. La soude en contient ; mais si elle n'en fournissait pas assez, on en ajouterait. Le savon est insoluble dans l'eau salée. Quand la cuite est terminée, et que la masse grise est bien formée, on ajoute une certaine quantité d'eau pour donner de la liquidité au savon ; alors la masse grise se partage : le savon d'alumine et de fer étant plus lourd, va au fond; le savon de soude surnage. Celui-ci est blanc, l'autre est noir. On obtient du savon blanc si l'on enlève le savon de soude. Si l'on veut avoir du savon marbre, on ajoute moins d'eau quand la cuite est terminée. Le savon noir forme des filamens, de longs fils de matière qui traversent en tous sens le savon blanc. En faisant refroidir cette masse, on a le savon marbré, qui est plus dur que le savon blanc.

Quand on laisse le savon marbré exposé à l'air, la couleur se détruit tout autour, et l'on est étonné de voir un cadre blanc renfermant le savon marbré.

Sur 100 parties, le savon blanc contient environ

4,6 de potasse.  
50,2 d'huile.  
45,2 d'eau.

Sur 100 parties, le savon marbré contient

6 de soude.  
64 d'huile.  
36 d'eau.

Le savon marbré, contenant moins d'eau, est en général préférable au savon blanc.

Si l'on veut savoir combien il y a d'eau dans un savon, on n'a qu'à en prendre 100 grammes et les dissoudre à chaud dans un peu d'eau ; on ajoute de l'acide sulfurique qui s'empare de la soude, et la matière grasse surnage. Cette matière, par le refroidissement, se prend en masse ; mais elle n'a pas assez de consistance pour être enlevée. On ajoute 100 grammes de cire blanche que l'on fait fondre : ils s'unissent à la matière grasse, et forment une masse que l'on enlève

complètement. On pèse cette masse; en retranchant 100 grammes, poids de la cire ajoutée, on a le poids de la matière grasse. On peut obtenir le sulfate de soude, et par conséquent la quantité de soude donnée par le savon. Connaissant le poids de la matière grasse et celui de la soude, on a celui de l'eau en les retranchant de 100 grammes.

J'ai dit que pendant la saponification il se formait un autre produit que les acides gras. Ce produit est la glycérine, matière sucrée qui est toujours à l'état liquide, et qu'on n'a pu parvenir à dessécher, même dans le vide, à l'aide de l'acide sulfurique. Sa densité, à la température de  $10^{\circ}$ , est de 1,27. Sa couleur est blanche après avoir été traitée par le charbon animal. Elle n'a pas d'odeur. Quand on l'expose à l'action de la chaleur, elle se volatilise, et une portion se décompose en donnant des gaz inflammables. Elle est facilement changée en acide oxalique, par l'acide nitrique. Elle se dissout dans l'eau et dans l'alcool.

Selon M. de Chevreul, 100 parties de glycérine contiennent

51,00 d'oxygène.  
40,07 de carbone.  
8,93 d'hydrogène.

Si l'on sature l'oxygène par l'hydrogène, on voit que sa composition sera

40,07 de carbone.  
57,37 d'eau.  
2,56 d'hydrogène en excès.

La glycérine est un produit constant dans la saponification des corps gras.

En quoi consiste la saponification ? L'air ne joue aucun rôle dans ce phénomène, car il se produit tout aussi bien dans le vide qu'avec le contact de l'air ou de l'oxygène pur. C'est une opération qui se passe entre les éléments des corps que l'on emploie : il y a une nouvelle combinaison des parties constituantes. La seule chose que l'on puisse découvrir, c'est qu'il y a augmentation de poids.



En employant. 100 parties de matière grasse, on a davantage en acide et en glycérine. La graisse, composée d'hydrogène, d'oxygène et de carbone, sous l'influence de l'alcali, se décompose en acide gras, et en donne les 92 ou les 93 centièmes de son poids, et la glycérine forme plus que le complément pour aller à 100 parties. La graisse se transforme en acide gras et en glycérine par la fixation d'une certaine quantité de l'eau qui a servi à l'opération de la saponification, et l'alcali détermine un autre ordre de combinaisons entre les élémens de la graisse.

On peut comprendre autrement ce qui se passe dans la saponification. On peut admettre que le corps gras contenait l'acide tout formé, combiné avec une substance qui n'est pas de la glycérine, et qui n'était composée que de carbone et d'hydrogène, et que cette substance ne demandait que de l'eau pour faire la glycérine.

On peut obtenir les acides gras autrement que par la saponification; il suffit pour cela de distiller les matières grasses.

En distillant le suif, on a obtenu les acides stéarique, margarique et oléique; mais on a obtenu en même temps un principe odorant d'une grande ténacité et d'une grande fétidité. Aussi la distillation ne peut-elle être employée pour avoir des matières propres à l'éclairage, à cause de l'odeur qu'ont les acides. La formation des acides gras par la distillation est importante sous le rapport chimique, et ne peut être utile aux arts.

On transforme aussi les corps gras en acides par le moyen de l'acide sulfurique. Il suffit de mettre de l'acide sulfurique concentré avec du suif pour obtenir une matière qui contient les acides stéarique, margarique et oléique.

Ainsi voilà trois moyens, les alcalis, la chaleur, l'acide sulfurique, qui rendent acides les corps gras.

Nous allons nous occuper d'une autre division des corps inflammables; nous allons examiner les huiles essentielles, qui comprennent des corps de consistance différente.

On désigne par le nom d'huiles essentielles des corps liquides, très inflammables, ayant une odeur plus ou moins forte et souvent très agréable, comme celle de citron, de bergamote et de jasmin. La saveur de ces huiles est acre et brûlante. Elles sont plus légères que l'eau, à part un petit nombre.

Leur volatilité paraît bien grande, à en juger par leur odeur : une goutte de ces huiles se ferait sentir dans cette enceinte, et la place où elle serait tombée ne se distinguerait bientôt plus. Elles bouillent à une température qui n'est pas différente de celle des autres huiles, à 155 ou 160°. Leur vapeur a une grande densité; on peut la porter à cinq fois celle de l'air, et même un peu plus pour la vapeur de la térébenthine. Toutes les huiles essentielles sont peu solubles dans l'eau, mais assez cependant pour que l'eau prenne de l'odeur : c'est ainsi qu'on a l'eau de rose, l'eau de fleurs d'oranger. Elles sont très solubles dans l'alcool, et elles se dissolvent en proportions indéfinies dans l'alcool absolu; elles se

dissolvent moins à proportion de l'eau qui entre dans l'alcool ; et en versant une assez grande quantité d'eau dans de l'alcool où elles seraient en dissolution, il y a précipité. Elles sont solubles dans l'éther : elles ne sont pas saponifiables, ce qui les distingue des corps gras. On peut les enflammer la plupart par le moyen de l'acide nitrique concentré ; en en versant sur de l'essence, il y a production de chaleur et flamme. On est plus sûr de produire cet effet en ajoutant de l'acide sulfurique concentré à l'acide nitrique ; l'action entre l'acide et l'essence est très énergique : il en résulte une chaleur assez grande pour produire l'inflammation.

Les essences exposées à l'action de l'air s'y altèrent peu à peu en absorbant l'oxygène : elles deviennent plus épaisses, se changent en substance solide, en matière résineuse. L'essence de lavande ayant été laissée à l'air pendant quatre mois d'hiver par M. de Saussure, elle absorba cinquante-deux fois son volume d'oxygène et ne produisit pas d'eau ; seulement elle a donné 2 vo-

lumes d'acide carbonique. Une essence qui ne contient pas d'oxygène se trouve transformée par le contact de l'air en matière qui en contient; cette essence absorbe donc de l'oxygène.

Nous diviserons les essences en deux parties : en essences qui contiennent de l'oxygène, et en essences qui n'en contiennent pas. La présence ou l'absence de l'oxygène leur donne quelques propriétés qui ne sont pas bien importantes. Les huiles qui ne contiennent pas d'oxygène sont moins solubles dans l'alcool que celles qui en renferment; la solubilité paraît même en rapport avec la quantité d'oxygène : en effet, les résines où il y a beaucoup d'oxygène sont très solubles dans l'alcool. Les huiles essentielles qui prennent de l'oxygène se rapprochent des résines.

Les huiles essentielles dans lesquelles il n'y a pas d'oxygène sont les essences de térébenthine , de citron, de bergamote , l'essence solide de rose. Toutes les autres essences contiennent de l'oxygène en quantité variable.

Je ne parlerai pas de toutes les essences ; je cite-

rai seulement l'essence de térébenthine, que l'on retire d'un liquide visqueux, connu dans le commerce sous le nom de térébenthine. Ce sont des pins et des sapins qui la donnent, en leur faisant des incisions, pendant le temps de la végétation. Cette matière visqueuse étant distillée, donne l'essence de térébenthine dont la densité est de 0,868 à 22°. Cette essence bout à 167°; la densité de sa vapeur est 5,013. Elle est composée, sur 100 parties, de

88,348 de carbone,  
11,652 d'hydrogène;

ce qui revient à

5 atomes de carbone,  
4 atomes d'hydrogène,

ou bien encore à

2 volumes de vapeur de carbone,  
4 volumes d'hydrogène carboné.

Cette matière, pour être obtenue à l'état pur, exige quelques précautions. On peut distiller la

térébenthine, mais par ce moyen, on n'a pas l'essence parfaitement pure : on met l'essence avec de l'eau, et l'on distille en faisant bouillir; l'eau occupe la partie inférieure, l'essence surnage. L'essence n'entre en ébullition qu'à  $157^{\circ}$  ; mais la vapeur d'eau qui se forme à  $100^{\circ}$  en s'en allant entraîne la vapeur d'essence correspondante à cette température, et l'on a l'avantage de faire la distillation sans aller jusqu'à  $157^{\circ}$  , et sans crainte, par conséquent, d'altérer la térébenthine , qui adhère au verre de la cornue et pourrait se charbonner.

Ce procédé de distillation est employé par les parfumeurs pour obtenir toutes leurs essences ; sans cette précaution, leurs huiles prendraient une odeur empyreumatique.

L'essence de térébenthine a la propriété d'absorber le gaz acide hydrochlorique en quantité considérable ; elle en prend plus du  $\frac{1}{3}$  de son poids. Pour obtenir cette combinaison, on fait arriver du gaz hydrochlorique dans un flacon qui contient de l'essence. Un grand changement s'opère

dans l'essence : il y a formation d'une matière solide et liquide. La matière solide a seule été examinée : elle a quelques propriétés du camphre, et c'est pour cette raison qu'on lui a donné le nom de *camphre artificiel*. Elle est plus légère que l'eau, extrêmement inflammable, et exhale alors une vapeur abondante de gaz hydrochlorique, car elle renferme cet acide.

Le camphre artificiel se fond au-dessus de  $100^{\circ}$ . Quand on le volatilise, il se décompose en partie ; mais on peut éviter la décomposition en le distillant avec de l'eau, parce qu'alors la chaleur n'est que de  $100^{\circ}$ . Il est très soluble dans l'alcool. Quand on verse de l'acide nitrique dessus, l'acide hydrochlorique est mis à nu.

On a analysé le camphre artificiel : il est formé de

3 volumes de vapeurs d'essence,  
2 volumes de gaz hydrochlorique.

La plupart des huiles essentielles se combinent aussi avec l'acide hydrochlorique, et elles donnent



des produits particuliers : l'essence de citron donne aussi un camphre solide; les autres essences donnent des camphres liquides. C'est une propriété commune à toutes les huiles essentielles que de donner du camphre.

Comme exemple d'essence contenant de l'oxygène, je citerai l'essence de lavande. Les essences oxigénées se distinguent par une grande solubilité dans l'alcool ; celle de lavande est si soluble qu'en mettant de l'eau dans sa dissolution alcoolique, elle ne donne pas de précipité : sa densité est 0,877 à 22°. Elle absorbe de l'acide hydrochlorique, et forme une matière qui ne cristallise pas.

Nous avons une matière qui est tout-à-fait analogue aux huiles essentielles, et qui n'en diffère que parce qu'elle est à l'état solide ; c'est le *camphre*, véritable essence solidifiée. Nous avons un autre exemple d'essence solide dans l'essence de rose, qui est composée d'un liquide et d'un solide.

Le camphre est retiré d'un arbre que l'on

nomme *laurus camphora*; on en coupe le bois que l'on met dans un alambic avec de l'eau, et l'on distille. En lui faisant éprouver une seconde distillation, on a le camphre des pharmacies.

Le camphre se distingue par une odeur particulière et forte ; sa saveur est très âcre : il est toujours à l'état solide. Il cristallise facilement ; il pèse presque autant que l'eau : sa densité est de 0,999. Il n'entre en fusion qu'à  $175^{\circ}$ , et il bout à la température de  $204^{\circ}$ . Il nous offre l'exemple d'une substance qui présente peu de différence entre le moment de la liquidité et de la volatilisation (l'eau offre  $100^{\circ}$  de différence) ; c'est cette faible différence entre le point de la fusion et celui de la volatilité, qui rend l'opération de la purification ou de la sublimation du camphre un peu difficile. On la fait ordinairement en mettant le camphre dans un vase couvert d'un têt ; en chauffant, il se volatilise : mais si la vapeur est trop chaude, elle fond le camphre volatilisé, et il retombe dans le vase.

Le camphre se dissout dans l'eau ; mais comme il

est volatil, si l'on plonge à moitié dans l'eau un cylindre de camphre , il présentera un phénomène assez remarquable : c'est que ce cylindre se coupera juste au niveau de l'eau. L'eau qui est à la surface dissout et perd le camphre par la volatilisation; elle en redissout ce qu'elle en a perdu pour en reperdre encore : par suite de ce double effet, c'est l'eau de la surface qui a le plus d'action dissolvante sur le camphre ; aussi tranche-t-elle le cylindre.

Le camphre est attaqué par divers acides : l'acide sulfurique le dissout, et si l'on chauffe, il donne un résidu noir qui renferme du charbon, et une substance qu'on a nommée *tannin artificiel*, à cause de ses propriétés : ce tannin précipite la colle forte. L'acide nitrique change le camphre en acide camphorique.

D'après M. de Saussure, le camphre est composé de

74,38 de carbone,  
10,67 d'hydrogène,  
14,61 d'oxygène,  
0,34 d'azote.

Le camphre est une huile essentielle concrète; il peut absorber de l'acide hydrochlorique. Il fait partie de quelques huiles essentielles : M. Proust l'a reconnu dans l'essence de romarin, de marjolaine; l'huile essentielle de rose lui en a donné 0,12 ; celle de lavande lui en a donné 0,25, ce qui est considérable. Toutes ces essences avaient été extraites des végétaux du royaume de Murcie en Espagne. Avec les essences des végétaux de France, on n'a point obtenu de résultats semblables.

Les huiles essentielles se trouvent dans toutes les parties des végétaux : dans les semences, comme celles de l'anis ; dans les écorces, et surtout dans les fleurs qui sont leur siège. Les fleurs ne sont odorantes que par l'exhalaison d'une matière inflammable, qui n'est qu'une huile essentielle.

On extrait les essences en distillant avec de l'eau les semences, les écorces ou les fleurs qui les contiennent; mais il en est qu'il faut préparer autrement, surtout les essences dont l'odeur est

plus faible ou plus fugace, comme celles de violette, de jasmin, de jonquille, de lis, etc.

On étend sur un drap de laine blanche, imprégné d'huile d'olives ou d'huile d'oeillet, les fleurs de violette, de jasmin, etc. ; on les recouvre d'un drap semblable sur lequel on met aussi des fleurs, et ainsi de suite. Au bout d'un certain temps, on renouvelle les fleurs. L'huile grasse enlève l'huile essentielle des fleurs, et au moyen de l'alcool, on enlève l'huile essentielle que l'huile grasse avait prise.

A la suite des huiles essentielles, nous mettons le naphthe et le pétrole. On trouve dans le département du Puy-de-Dôme, en Italie et dans d'autres lieux, une huile filante, épaisse, qu'on appelle huile de pierre, parce qu'elle se rencontre dans le règne minéral. Cette huile étant soumise à la distillation, donne une huile plus légère, que l'on nomme huile de pétrole. Le charbon de terre distillé donnant la même huile de pétrole, il est probable que c'est là son origine dans le sein de la terre. Cette huile est limpide, fluide;

elle a une odeur particulière qu'on ne peut définir : elle se distingue des huiles essentielles en ce qu'elle n'a pas d'âcreté. Sa densité est de 0,758 à 28°; elle bout à 85°,5. Elle est plus volatile que l'eau.

L'huile de pétrole brûle très bien, avec une flamme blanche et fumée. A l'air, elle ne paraît pas s'altérer. La densité de sa vapeur est de 2,853. Elle est insoluble dans l'eau; soluble dans l'alcool en toutes proportions. Elle est composée d'hydrogène et de carbone, et sur 100 parties, elle contient

87,22 de carbone,  
12,78 d'hydrogène.

Cette substance est employée pour conserver le potassium; indépendamment de cette application, qui est peu de chose, on l'emploie en Angleterre pour dissoudre le caoutchouc. On étend cette dissolution entre deux draps pour les rendre imperméables. Cette industrie, créée en Angleterre, a été importée en France.

A côté de cette matière nous placerons la *naphthaline*, que l'on obtient en distillant le charbon de terre. Cette matière est soluble dans l'alcool, et forme, avec l'acide nitrique, des acides particuliers.

Nous allons maintenant examiner les *résines*. Ces corps se rapprochent des essences par leur inflammabilité et leur solubilité dans l'alcool. Elles s'en distinguent par leur état solide, et par la propriété qu'ont la plupart de se combiner immédiatement avec les alcalis, de former des sels, et de n'avoir pas besoin pour cette union d'être saponifiées.

C'est dans leur état naturel qu'elles s'unissent aux alcalis ; elles ne subissent aucune transformation pour former des savons : elles n'ont pas toutes cette propriété.

Les résines ne présentent aucune forme déterminée. Quelques chimistes ont parlé de leur cristallisation : M. Pelletier a annoncé qu'il avait obtenu des cristaux de baume de copahu conservé depuis trente ans. D'autres chimistes disent

aussi avoir obtenu des cristaux de résine. Ces faits demandent à être revus, et jusque là, on pourra dire que les résines sont amorphes.

Leur saveur est nulle ; quand elles ont de l'odeur et de la saveur, on peut admettre qu'elles contiennent des matières étrangères. Les résines sont fixes, et leur odeur ne pourrait être attribuée qu'à une matière volatile.

Leur densité est variable, et est entre 0,92 et 1,2.

Elles s'électrisent toutes par le frottement, et donnent l'*électricité résineuse*. Elles se fondent à un degré supérieur à l'eau bouillante; elles ne se volatilisent point sans se décomposer : il reste alors du charbon, et elles donnent des gaz inflammables très propres à l'éclairage. Elles brûlent toutes facilement, et donnent une fumée accompagnée d'un charbon léger qu'on nomme noir de fumée. C'est même sur la combustion des résines qu'est fondée la fabrication du noir de fumée, art qui est très simple.

On prend la résine la plus impure que l'on met



dans des pots de terre placés dans une pièce tapissée de toile. On met le feu à la résine; l'air chaud s'échappe à travers les mailles de la toile, et se renouvelle lentement : il faut donner le moins d'air possible, pour détruire moins de matière charbonneuse. Le noir de fumée s'attache aux toiles et à toutes les parois de la pièce où se fait la combustion.

Les résines sont susceptibles d'être altérées par l'acide sulfurique, qui les convertit en une espèce de tannin. L'acide nitrique les altère davantage, et donne aussi une espèce de tannin.

Les résines ont une grande affinité pour l'alcool.

Quand on les fait bouillir avec du carbonate de potasse et de soude, l'acide carbonique se dégage, et il se forme un savon. L'ammoniaque même a cette propriété.

Leur composition ne s'éloigne pas de celle des huiles essentielles. M. Thénard et moi nous avons trouvé que

La colophane contient  $\left\{ \begin{array}{l} 75,94 \text{ de carbone.} \\ 10,72 \text{ d'hydrogène.} \\ 13,34 \text{ d'oxigène.} \end{array} \right.$

La résine copal contient  $\left\{ \begin{array}{l} 76,81 \text{ de carbone.} \\ 12,58 \text{ d'hydrogène.} \\ 10,51 \text{ d'oxigène.} \end{array} \right.$

Je remarque que les résines qui découlent sous la forme liquide des arbres, et qui se dessèchent à l'air, ne doivent pas être considérées comme des matières pures, mais comme des mélanges de matières inflammables. La térébenthine, par exemple, qui est un liquide visqueux, se résout en deux parties étant exposée à l'air : en huile essentielle qui s'évapore, et en matière concrète, qui est la colophane. Si l'on distille la térébenthine, et que la distillation soit incomplète, on n'extraira pas toute l'huile essentielle de la résine ; c'est l'état où se trouve le *galipot*, qui contient moins d'huile essentielle que la térébenthine.

Ce que nous disons de la térébenthine s'applique à toutes les substances connues sous le nom

de *baumes*. Ce sont des substances liquides ou solides qui renferment de l'acide benzoïque. Quand on soumet les baumes à la distillation, ils donnent une huile essentielle odorante, et il reste une matière résineuse qui n'a pas d'odeur ni de saveur.

Les résines sont des composés variables. Dans celles qui sont solides, on doit même croire qu'il y en a qui sont des mélanges de plusieurs résines. En les traitant par l'alcool, on les sépare souvent en deux parties, quelquefois en trois. On ne connaît pas encore à l'état de pureté les produits immédiats des végétaux, connus sous le nom de *résines*.

J'ai parlé de la colophane ; je vous donnerai une idée de ses propriétés. C'est une résine d'un brun jaune, demi-transparente, d'une densité tant soit peu plus forte que celle de l'eau; cette densité est entre 1,07 et 1,08. Elle se réduit en poudre. Quand on la traite par le naphte, elle ne s'y dissout pas tout entière ; M. de Saussure en a conclu qu'elle contenait deux substances.

Les résines se comportent comme des acides. Si l'on prend 100 parties de colophane, et  $8\frac{1}{2}$  parties de potasse à l'alcool, on obtiendra un sel ou un véritable savon, qui se comportera avec les acides comme les savons ordinaires. Cette combinaison donne des précipités par les sels de chaux et les sels métalliques. La colophane rougit un peu la teinture du tournesol.

Dans la combinaison de la colophane et de la potasse, il ne se passe rien de particulier ; il n'y a point altération ou transformation de la colophane ; par la décomposition du savon, on la retrouve tout entière.

Nous regarderons cette résine comme le type des autres et comme un acide. Nous citerons quelques autres résines.

La résine copal est employée dans les arts. Elle se dissout difficilement dans l'alcool ; mais à cause de sa dureté, on la recherche pour faire des vernis.

La résine, ou gomme laque, n'est pas le produit d'un végétal, mais d'un insecte des Indes

orientales. La femelle dépose ses œufs sur les branches d'un arbre, et y périt après les avoir couverts d'une matière résineuse. Cette résine sert en teinture, et entre dans la composition de la cire à cacheter, qui est formée de 54 parties de gomme laque, 54 parties de térébenthine, 3 parties de cire, 30 parties de vermillon.

Le succin est une matière résineuse dont on se sert pour les vernis. Son origine végétale est aujourd'hui incontestée, bien qu'on le trouve enfoui dans les sables. M. Berzelius a reconnu cinq substances dans le succin : il y a découvert une huile essentielle, deux résines, une matière insoluble dans l'alcool, et l'acide succinique qui y existe toujours.

En parlant de l'acide succinique, j'ai dit qu'il était produit par la distillation du succin, et qu'il n'existait pas tout formé dans les matières végétales ; c'est une erreur : ce fait m'avait échappé ; l'acide succinique existe dans le succin. Ce que j'en dis ici servira de rectification.

Je ne m'arrêterai pas long-temps sur les *gommes-*

*résines*, nom que l'on donne à des substances très compliquées, qui se dissolvent partie dans l'eau et partie dans l'alcool : on extrait de ces substances une matière qui a tous les caractères de la gomme, et par l'alcool on en sépare une matière qui a tous les caractères de la résine. Par exemple, la gomme gutte contient 20 parties de gomme et 80 parties de résine. Les autres matières qui portent le nom de gommes-résines, ont une composition encore plus compliquée ; elles renferment des huiles volatiles et des sels.

Nous avons maintenant à nous occuper des liquides inflammables , solubles dans l'eau : ils sont très nombreux, et la Chimie fait tous les jours de nouvelles acquisitions dans ce genre. De toutes ces substances, la plus importante est l'alcool : l'esprit pyro-acétique, la glycérine, etc., font partie du groupe que nous nous proposons d'examiner.

On connaît les nombreuses applications de l'alcool. Il est le produit de la fermentation d'une

matière sucrée mêlée avec le ferment, qui est une matière animale. C'est ainsi que le sucre de raisin donne le vin, dans lequel l'alcool est tout formé : on l'en extrait par la distillation. Quand l'alcool en sort concentré, on lui donne dans le commerce le nom d'*esprit* ; quand il en sort plus étendu d'eau, on l'appelle *eau-de-vie*. Dès que sur 100 parties du liquide il y en a 85 d'*esprit*, on le nomme alcool. Pour avoir l'alcool pur, il faut enlever l'eau avec laquelle il est combiné ; mais la distillation est impuissante pour le débarrasser des dernières portions d'eau, parce que l'eau est volatile : il faut la fixer pour obtenir isolément l'*esprit-de-vin*. On y parvient en distillant l'*esprit-de-vin* déjà fort avec du chlorure de calcium, qui retient l'eau et laisse échapper l'alcool, ou en mêlant l'*esprit-de-vin* à la chaux vive ; en distillant, l'alcool passe parfaitement pur : on l'appelle alors *alcool absolu*.

Ce liquide a une odeur particulière qui est forte et agréable, que tout le monde connaît.

Sa saveur est chaude et brûlante ; sa densité,

à la température de  $15^{\circ}$ , est de 0,7947 : il bout à  $78^{\circ},4$ . Il est plus volatil que l'eau. Il ne se congèle jamais; au moins on n'a pas produit de froid assez considérable pour y parvenir. C'est à cause de cette propriété qu'on l'a employé pour faire des thermomètres propres à mesurer les plus grands degrés de froid; mais sa dilatation est irrégulière, et l'on ne peut pas compter sur les indications de ces thermomètres.

La densité de la vapeur de l'alcool est de 1,613.

Son action comme dissolvant vous est connue.

Les divers acides l'altèrent d'une manière particulière; nous, en parlerons en son lieu. Les alcalis s'y dissolvent, mais ne causent aucune altération.

L'alcool a été analysé plusieurs fois. En dernier résultat, on a trouvé qu'il était formé de

1 volume de gaz hydrogène bi-carburé,

1 volume de vapeur d'eau;

ou bien encore de



4 volumes de gaz hydrogène carboné,  
4 volumes de vapeur d'eau.

Sa composition exprimée en atomes est de

4 atomes de carbone,  
4 atomes d'hydrogène,  
2 atomes d'eau;

et il a pour nombre équivalent 5,8062.

L'alcool est susceptible de se mélanger avec l'eau dans diverses proportions, et il a dans le commerce, selon ces mélanges, des valeurs variables. Il est donc important de pouvoir déterminer la quantité d'alcool que contient un esprit ou une eau-de-vie. On peut avoir des tables qui expriment la densité du mélange dans toutes les proportions, et par la densité du liquide que l'on examine, on peut trouver, par la densité correspondante dans la table, la quantité d'alcool qu'il contient ; mais on se passe de la table des densités au moyen d'un instrument gradué qui, par son immersion dans le liquide, à une tem-

pérature constante, fait connaître la quantité d'alcool que l'on cherche. On opère à la température fixe de  $15^{\circ}$ ; sans cela, on commettrait des erreurs qui iraient jusqu'à 0,12.

# COURS DE CHIMIE.

---

## SOMMAIRE.

Action des nitrates de mercure et d'argent sur l'alcool.— Éther sulfurique. — Théorie de sa formation. — Acide sulfovinique. — Huile douce de vin. — Ether hydrochlorique. — Éther hydriodique. — Ether nitrique. — Ether acétique. — Matières colorantes.—Action de la lumière. — De la chaleur. — Du chlore. — Blanchiment. — Désuintage de la laine, — Blanchiment de la soie. — Mordans. — Alunage. — Emploi des rongeurs. — Bois de Campêche. — Hématine.— Garance.—Alizarine.—Carthame. — Cochenille. — Carminé. — Carmin.

Nous avons dit, dans la dernière séance, que l'alcool était formé de 4 atomes de carbone, 4 atomes d'hydrogène, et 2 atomes d'eau ; qu'il avait pour nombre équivalent 5,8062 ; que cette composition revenait à celle-ci : 4 volumes de gaz hydrogène bi-carboné, et 4 volumes de

vapeur d'eau, ou 1 volume de gaz hydrogène bi-carboné, et 1 volume de vapeur d'eau.

Nous avons dit aussi que l'alcool se mêlait à l'eau en toutes proportions ; nous ajoutons que pendant le mélange il y a dégagement de chaleur , et diminution de volume ou pénétration apparente. Quand on examine cette concentration sur différentes proportions du mélange, on voit qu'il y a un point où elle est à son maximum ; c'est lorsqu'on mêle 1 atome d'eau avec 1 atome d'alcool, ce qui revient à mêler en poids 20 parties d'alcool contre 80 parties d'eau. On obtient alors la pénétration la plus grande.

Nous allons maintenant examiner quelques composés que l'on obtient en traitant l'alcool par les acides et par les sels.

En traitant l'alcool par le nitrate de mercure et par le nitrate d'argent, on obtient deux sels fulminans, le fulminate de mercure et le fulminate d'argent. Le fulminate de mercure est employé pour les amorces de fusils à percussion. Il entre dans ces sels, comme leur dénomina-

tion l'indique, un nouvel acide; mais comme pour le connaître, il faut avoir étudié le cyanogène, nous remettrons à la séance suivante à en parler.

Voyons l'action des acides sur l'alcool, et premièrement l'action de l'acide sulfurique.

En mêlant parties égales de ces deux corps et en chauffant, il se dégage un fluide particulier d'une odeur suave, agréable, et que l'on nomme *éther*. Pardonnez-moi de ne pas entrer dans le détail des manipulations relatives à la préparation de l'éther; on les trouve dans tous les livres. Je suppose que l'on ait obtenu l'éther à l'état de pureté: c'est un liquide dont la densité est de 0,7119 à la température de  $24^{\circ},8$ ; il entre en ébullition à  $35^{\circ},7$ ; il est très volatil, et nous avons des jours dans l'été où l'éther se présenterait sous forme de fluide élastique. Il est extrêmement inflammable: il faut avoir grand soin de ne pas entrer avec une bougie enflammée dans les appartemens où il y a de l'éther; sa vapeur pourrait prendre feu, le communiquer au

flacon, et il en résulterait des accidens terribles, des incendies.

L'éther n'est pas très soluble dans l'eau ; elle en prend  $\frac{1}{10}$  de son volume. Il est soluble dans l'alcool en toutes proportions. L'éther du commerce contient de l'alcool, et comme son odeur est la plus forte, elle domine celle de l'alcool ; mais on peut reconnaître qu'il y a mélange par la densité : l'éther est plus léger que l'alcool. On le reconnaît encore en mêlant l'éther à l'eau , qui n'en dissout que le  $\frac{1}{10}$  de son volume ; si elle en dissout davantage, c'est qu'il y a de l'alcool.

L'éther par sa volatilité produit un grand froid, un froid si grand qu'il peut déferminer la congélation de l'eau. La densité de sa vapeur est 2,586. Le calcul a donné pour cette densité 2,581 : ces nombres diffèrent très peu entre eux.

Je ne parlerai pas des propriétés dissolvantes de l'éther. Il ne dissout en général que les huiles fixes, les corps gras, les huiles volatiles et les résines.

L'éther est composé de  $\left\{ \begin{array}{l} 4 \text{ volumes de gaz oléfiant,} \\ 2 \text{ volumes de vapeur d'eau} \end{array} \right.$

ou de  $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ volume d'hydrogène bi-carboné,} \\ 1/2 \text{ volume de vapeur d'eau.} \end{array} \right.$

Ainsi il contient moitié moins de vapeur d'eau que l'alcool.

Si l'on veut exprimer sa composition en atomes,

L'éther contient. . . .  $\left\{ \begin{array}{l} 4 \text{ atomes d'hydrogène.} \\ 4 \text{ atomes de vapeur de carbone.} \\ 2 \text{ atomes de vapeur d'eau.} \end{array} \right.$

Cette composition étant bien établie, et c'est l'analyse qui la donne, il nous sera facile de concevoir la théorie de l'éthérification, théorie bien simple maintenant.

L'éther contient la moitié moins d'eau que l'alcool : tout moyen qui enlèvera de l'eau à l'alcool produira de l'éther. Quand on met de l'acide sulfurique concentré avec de l'alcool concentré, on doit admettre que, par suite de l'affinité de l'acide pour l'eau, il s'empare de la moitié de celle que renferme l'alcool, et que de cette manière il produit l'éther. Voilà toute la théorie.

Mais l'éther n'est pas le seul produit que donne la distillation de parties égales d'alcool et d'acide sulfurique. En même temps que l'acide sulfurique agit sur l'alcool, celui-ci réagit sur l'acide, et de plus l'action de l'acide ne se borne pas à enlever la moitié de l'eau à l'alcool. Il y a formation d'un acide particulier et d'une huile, dégagement d'acide sulfureux, de gaz carbonique, et de gaz hydrogène bi-carboné. Au reste, les résultats sont différens, selon les diverses époques de la distillation. Nous nous occuperons surtout de ce qui se passe pendant la formation de l'éther.

M. Dabit, pharmacien de Nantes, a le premier signalé l'acide nouveau, qui joue un assez grand rôle dans l'opération par laquelle on fait l'éther ; mais il ne l'avait pas étudié, et ne l'avait remarqué qu'après la formation de l'éther.

Cependant, si l'on arrête l'opération à une époque quelconque, et si l'on sature le liquide par la chaux, il se forme un sel que l'on sépare par le filtre, et que l'on peut faire cristalliser; Ce sel est formé de l'acide dont il s'agit et de la



chaux. En examinant cet acide, on trouve qu'il est composé d'acide hyposulfurique combiné à une matière végétale particulière, que l'on a appelée *huile douce du vin*. L'acide a été nommé *acide sulfovinique*.

Ayant du sulfovinat de chaux, on peut avoir du sulfovinat de potasse ou de soude par le moyen de la potasse et de la soude ; mais il vaut mieux préparer du sulfovinat de baryte, qui cristallise en prismes quadrangulaires d'un aspect brillant et gras. En décomposant ce sel par l'acide sulfurique, on obtient l'acide sulfovinique. Cet acide se comporte avec les bases comme l'acide hyposulfurique.

Le sulfovinat de baryte contient  $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ atome de baryte.} \\ 1 \text{ atome d'acide sulfovinique,} \\ 5 \text{ atomes d'eau.} \end{array} \right.$

Dès le commencement de l'opération, il se forme de l'acide sulfovinique, quoiqu'on n'aperçoive que de l'éther. Quand tout l'éther est formé, si l'on pousse plus loin l'opération, il se forme de l'acide sulfureux, de l'huile douce de

vin et des gaz. On ne peut douter que l'acide sulfureux et l'huile douce du vin ne soient dus à la décomposition de l'acide sulfovinique par la chaleur. Ce qui confirme cette opinion, c'est qu'en prenant cet acide isolément, et en le soumettant à l'action de la chaleur, il donne aussi de l'acide sulfureux. Quoi qu'il en soit, on voit que la présence d'une matière végétale transforme ici l'acide hyposulfurique en un autre acide. En général, l'acide hyposulfurique est susceptible de se combiner avec des matières végétales, et de donner des acides particuliers,

L'huile douce du vin a été analysée par MM. Dumas et Boullay ; voici sa composition, à côté de laquelle nous mettrons celle de l'alcool et celle de l'éther.

<i>Alcool.</i>	<i>Ether.</i>	<i>Huile douce de vin.</i>
4 atomes de carbone.	4 atomes de carbone.	4 atomes de carbone.
4 atomes d'hydrogène.	4 atomes d'hydrogène.	3 atomes d'hydrogène.
3 atomes d'eau.	1 atome d'eau.	

Ce tableau montre que dans la préparation de l'éther, l'acide sulfurique ne fait qu'enlever l'eau ;

qu'il enlève la moitié de l'eau de l'alcool pour donner l'éther; qu'il enlève la totalité de l'eau, plus 1 atome d'hydrogène pour donner l'huile douce du vin.

Soit que l'huile douce du vin, par son affinité pour l'acide hyposulfurique, réagisse sur l'acide sulfurique qui a provoqué sa formation, soit par suite d'autres affinités, l'acide sulfurique lui-même est en partie décomposé, et donne de l'acide sulfureux et de l'acide hyposulfurique.

L'acide sulfurique n'est pas le seul qui donne de l'éther : les acides phosphorique, arsenique et fluoborique, traités avec l'alcool, le transforment en ce même produit, et quoiqu'on dise *éther sulfurique, phosphorique, arsenique* ou *fluoborique*, cela ne désigne pas des substances différentes, cela veut seulement dire qu'on a employé tel ou tel acide pour préparer l'éther, qui est identiquement le même dans tous les cas.

Quant à la formation de l'acide sulfovinique, elle n'est pas liée essentiellement à celle de l'éther; elle est le produit d'une opération particulière.

Cette huile douce du vin, pendant la distillation, passe avec l'éther qui la dissout. Si l'on traite l'éther par l'eau, par beaucoup d'eau, parce que l'éther n'est pas très soluble, l'huile vient nager à la surface sous la forme d'un liquide jaune ; on la recueille au moyen d'un entonnoir. Cette matière a une odeur fort agréable.

Quand on continue la distillation après avoir reçu tout l'éther, l'action de l'acide sulfurique et la réaction des élémens de l'alcool va plus loin ; on obtient du gaz carbonique, du gaz hydrogène bi-carboné, de l'acide sulfureux, du charbon, et tout cela dans des quantités variables selon l'époque de la distillation.

Nous allons maintenant examiner des éthers formés par d'autres acides, éthers qui renferment au nombre de leurs élémens un acide, et en même temps de l'hydrogène bi-carboné. Les différentes espèces d'éther peuvent être divisées en trois classes : 1°. les éthers formés par la simple altération de l'alcool ; ce sont ceux que nous venons d'examiner ; 2°. les éthers formés par un

hydracide et par le gaz hydrogène bi-carboné ; 3°. les éthers formés avec l'éther sulfurique, lui-même combiné avec des acides végétaux, c'est-à-dire du gaz hydrogène bi-carboné, plus de l'eau.

Les éthers de la deuxième classe sont assez nombreux : ils sont formés par les acides hydrochlorique, hydriodique, hydrobromique. Nous ne parlerons que de l'éther hydrochlorique.

Pour l'obtenir, il suffit de mêler dans une corne parties égales d'alcool et d'acide hydrochlorique concentré, et de chauffer; on reçoit l'éther dans une éprouvette entourée de glace, afin de le rendre liquide.

On l'obtient encore une fois en faisant arriver du gaz hydrochlorique dans de l'alcool concentré.

L'éther hydrochlorique est extrêmement volatil. Il a l'apparence de l'eau ; une odeur forte et analogue à celle de l'éther sulfurique, quoique particulière. Il a une densité de 0,874 à 5°. Il est gazeux au-dessus de 11°, température à laquelle

il entre en ébullition ; la saveur en est sensiblement sucrée : la densité de sa vapeur est 2,119. Par le calcul, on trouve pour cette densité 2,229.

Cet éther brûle très vivement, comme l'éther ordinaire ; mais il brûle avec une flamme verte, et donne en même temps une grande quantité de gaz hydrochlorique.

Il n'a aucune action sur les réactifs; il n'en a point sur la teinture de tournesol, et paraît parfaitement neutre. La potasse ne lui enlève pas l'acide hydrochlorique.

Si l'on recueille la vapeur que produit sa combustion, elle donne un précipité par le nitrate d'argent, preuve de la présence de l'acide hydrochlorique.

L'analyse directe montre qu'il est composé de i volume de gaz hydrogène bi-carboné avec 1 volume de gaz hydrochlorique. La formation de cet éther sera pour nous très simple : c'est de l'alcool, moins l'eau, qui est uni à l'acide hydrochlorique. En enlevant la moitié de l'eau à l'alcool, on a l'éther sulfurique ; en enlevant la totalité

de l'eau, ou a le nouvel éther hydrochlorique.

L'éther hydriodique, que l'on obtient en distillant 2 volumes d'alcool avec 1 volume d'acide hydriodique, a pour densité 1,9206 à la température de 23°,3 : il est, comme on voit, plus pesant que l'eau. Il prend une couleur rosée, due à l'iode ; on le blanchit avec un peu de potasse qui enlève l'iode. L'éther hydriodique ne s'enflamme pas ; il faut le chauffer pour l'enflammer : alors il donne des produits analogues à ceux de l'éther précédent.

Les éthers de la troisième classe, ceux formés par l'éther sulfurique avec des acides végétaux, avaient été examinés il y a 15 à 20 ans par M. Thénard, ainsi que tous les autres éthers, avec les moyens imparfaits d'analyse que l'on pratiquait alors, et il avait assez bien conçu leur formation MM. Dumas et Boulay ont repris l'analyse des éthers de cette troisième classe, ou, pour mieux dire, l'ont refaite, et le résultat de leurs opérations, exécutées avec soin, a conduit à des conclusions différentes. M. Thénard en décompo-

sant les éthers de la troisième classe, trouvait qu'ils étaient formés d'acide et d'alcool ; MM. Dumas et Boulay ont vu que ces éthers étaient composés d'acide et d'alcool, moins la moitié de son eau ; que par conséquent, ils devaient être considérés comme formés d'acide et d'éther sulfurique. Voici quelques-uns de ces éthers.

L'éther nitrique, que l'on obtient en distillant parties égales d'acide nitrique et d'alcool, est un liquide qui contient de l'éther sulfurique et un acide particulier qui n'est pas l'acide nitrique, mais l'acide hyponitrique.

Tous les autres éthers de cette classe sont formés par des acides végétaux : on a l'éther benzoïque, l'éther acétique, l'éther oxalique, l'éther malique, l'éther citrique. On a aussi un produit analogue avec l'acide tartrique.

Tous les éthers, que l'on présentait comme des combinaisons des acides végétaux avec l'alcool, doivent être considérés aujourd'hui comme des combinaisons des acides végétaux avec l'alcool contenant moins d'eau.



Pour tous les détails qui concernent ces éthers, je renvoie au Mémoire de MM. Dumas et Boulay, qui est imprimé dans le tome XXXVII des *Annales de Chimie et de Physique*.

Je dirai cependant quelque chose des éthers nitrique, citrique et oxalique.

L'éther nitrique a pour densité 0,886, à la température de 4°. Il entre en ébullition à peu près à 21° ; il est extrêmement volatil. La densité de sa vapeur est de 2,627.

On le conçoit formé d'un volume d'éther sulfurique et d'un volume d'acide hyponitieux.

Quelques-uns des éthers végétaux peuvent être faits immédiatement ; c'est ainsi que l'on peut former l'éther acétique par la cohobation de l'acide acétique et de l'alcool. C'est au comte de Lauraguais que l'on doit la découverte de cet éther. Les autres éthers ne peuvent être obtenus sans un procédé ingénieux que l'on doit à Scheèle.

Il faut ajouter une certaine quantité d'acide sulfurique concentré, ou d'acide minéral, au mélange de l'alcool et de l'acide végétal.

D'après l'idée que nous avons donnée des éthers de la troisième classe, on comprendra facilement le rôle que joue l'acide sulfurique : il transforme l'alcool en éther sulfurique en lui enlevant la moitié de son eau, et l'éther sulfurique se combine avec l'acide végétal. Comme l'acide sulfurique n'éprouve ici aucune altération et qu'on le retrouve tout entier, on doit admettre l'explication.

L'acide acétique a été analysé ; voici les résultats que l'on a obtenus :

L'éther acétique contient { 54,65 de carbone.  
36,28 d'hydrogène.  
9,07 d'oxygène.

On peut traduire ces nombres en atomes ou en volumes.

L'éther acétique contient { 16 vol. de vap. de carbone.  
16 vol. d'hydrogène.  
4 vol. de gaz oxygène.

L'éther acétique contient { 4 atomes de carbone.  
3 atomes d'hydrogène.  
3 atomes d'oxygène.

On a également analysé les éthers hyponitreux et benzoïque.

Quand on décompose les éthers végétaux par la potasse, elle s'empare peu à peu de l'acide, et l'alcool se reproduit ; on ne peut jamais séparer l'éther : l'alcool reprend l'eau qu'il avait perdue.

L'éther oxalique présente une particularité remarquable : en le décomposant par les alcalis, il donne un poids plus considérable que le sien en alcool et en acide oxalique. C'est que l'éther sulfurique, pour passer à l'état d'alcool, a pris l'eau de la potasse.

Mais si on le décompose par un alcali sec , il en est autrement. En faisant arriver du gaz ammoniac sur l'éther oxalique, il se produit bien de l'alcool ; mais il ne s'en produit exactement que la moitié de ce qu'on obtient par la potasse. En effet, l'éther sulfurique contient moitié moins d'eau que l'alcool. Il se forme en outre un sel particulier, composé de 1 atome d'acide oxalique,  $\frac{1}{2}$  atome d'ammoniaque, et  $\frac{1}{2}$  atome de gaz oléifiant.

On peut concevoir différemment la formation

des éthers végétaux; on peut imaginer leurs éléments combinés entre eux de diverses manières ; mais, pour plus de simplicité, nous nous la représenterons toujours comme étant le résultat de la combinaison en proportion définie d'un acide avec l'éther sulfurique, c'est-à-dire de 1 atome d'acide avec 1 atome d'éther sulfurique. Tout ceci découle des expériences des chimistes que nous avons cités.

Nous terminerons là l'étude de ces substances, et nous allons passer à l'étude d'une autre classe de produits immédiats des végétaux, à celle des substances colorantes. Ces matières végétales forment une classe par rapport à leur application dans les arts ; car, relativement à leur nature, elles se répartiraient parmi les substances que nous avons examinées, et se partageraient entre les diverses classes des produits immédiats des végétaux , tant leur nature est variable.

On donne le nom de matière colorante à des matières déjà colorées qui existent dans les végétaux , et que l'on peut appliquer sur les tissus ,

soit directement, soit au moyen d'agens intermédiaires, que l'on a désignés par le nom de *mordans*.

Les matièrescolorantes sont extrêmement nombreuses : vous en avez la preuve par la variété des couleurs que présentent les fleurs; mais ce n'est pas là que l'on va prendre les matières colorantes : elles sont pour la plupart dans des parties des végétaux que l'on ne voit pas.

Les substances colorantes sont, en général, insipides et inodores. Les unes sont solubles dans l'eau, comme les couleurs des bois rouges et jaunes; d'autres le sont dans l'alcool, comme le rucou. Celles que l'alcool dissout se dissolvent en même temps dans les huiles, comme font les résines; d'autres ne sont solubles ni dans l'eau, ni dans l'alcool, ni dans l'éther, ni dans les acides, à moins qu'ils ne soient concentrés : tel est l'indigo, qui ne se dissout que dans l'acide sulfurique concentré.

Les diverses matières colorantes sont toutes altérées, plus ou moins rapidement, par leur

exposition à l'air; mais il faut en même temps l'action de la lumière : une matière colorante à l'abri de la lumière se conserverait long-temps, quoique exposée à l'air. Si à l'action de l'air et de la lumière on joint celle de la rosée, elles se détruisent inévitablement. La différence de temps qu'il faut pour les détruire a fait distinguer les couleurs en bon et en mauvais teint.

Si elles sont décomposées par la lumière, elles le sont aussi par une chaleur convenable. En faisant passer sur une couleur de l'air humide échauffé à 150 ou 200° on la détruit. On voit ici que l'action de la lumière est ramenée à un simple phénomène de chaleur. Dans une autre foule de phénomènes, on trouve aussi que la lumière agit simplement comme la chaleur. Il est bien entendu que nous ne parlerons pas ici des phénomènes organiques.

On peut avoir une décomposition bien plus rapide encore des différentes substances colorantes par le moyen du chlore. Lorsqu'on plonge une couleur quelconque dans une dissolution de

chlore ou de chlorure de chaux, elle disparaît, et est remplacée par une teinte jaunâtre. Quelle que soit l'intensité de la couleur, une dissolution de chlore la détruit.

L'action de l'air sur les matières végétales a été mal étudiée. On peut cependant la réduire à quelques faits simples. Lorsqu'une matière colorante est exposée à l'air, il y a généralement fixation d'oxygène, et il est probable qu'il se forme de l'eau. La matière colorante ayant subi cette altération est ensuite enlevée par divers agens, et même par de simples lavages.

Quant à l'action du chlore, on comprend très bien qu'elle a lieu, parce qu'il s'empare de l'hydrogène de la substance colorante, ce qui le fait passer à l'état d'acide, et alors il se combine avec la couleur altérée. Cela est si vrai, qu'on peut rendre sensible son existence dans la matière altérée. C'est ce que nous ferons voir en parlant du blanchiment.

C'est ainsi que le chlore agit, non-seulement sur les couleurs, mais encore sur toutes les ma-

tières végétales, dans la plupart des circonstances. Je citerai pour exemple les corps gras : on peut les transformer en d'autres corps, dans lesquels l'hydrogène est remplacé par le chlore. Si l'on prend un acide gras et qu'on le traite par le chlore, celui-ci enlève l'hydrogène, passe à l'état d'acide, et prend la place de l'hydrogène dont il s'est emparé. Tous les corps que j'ai soumis à cette action ont donné le même résultat. Les acides gras, traités par l'acide hydrochlorique, n'éprouvent pas cette altération, et supportent encore la saponification.

Pour colorer les corps, il est nécessaire qu'ils soient très blancs : de là la nécessité de procéder au blanchiment des tissus. Il faut, dans cette opération, s'y prendre autrement pour les tissus de nature végétale, les tissus de coton, de lin et de chanvre, que pour les tissus de nature animale, la soie et la laine.

Les tissus végétaux se blanchissent par l'action alternative de l'air, de la lumière et des lessives alcalines, quand on n'emploie pas le chlore ; ou



par l'action alternative des lessives et du chlorure de chaux quand on ne peut pas se servir de l'action de l'air qui exige de vastes emplacements , des prairies.

Le lin et le chanvre ont une couleur grise particulière , qui est susceptible de se dissoudre en partie dans l'eau : aussi y a-t-il toujours de l'avantage à traiter les tissus faits avec ces matières par une première lessive. Si dans la lessive on ajoute de l'alcali , il y aura une plus grande quantité de matière colorante de dissoute : la dissolution alcaline devient brune , et quand on l'examine , elle donne une matière résineuse. L'alcali n'enlève pas toute la matière colorante ; mais en exposant le tissu à l'action de l'air humide et de la lumière, la couleur s'oxygène de nouveau, prend le caractère résineux, et l'alcali, par une autre lessive, emporte encore de la matière colorante. Cependant, comme l'altération n'a lieu qu'à la surface, il faut répéter six ou sept fois cette action alternative de l'air et des lessives alcalines, afin de parvenir à blanchir parfaitement les tissus.

M. Berthollet, à l'action du pré ou de l'air, a substitué celle du chlore. Ainsi, quand on a enlevé une partie de la matière colorante par le moyen d'une lessive, on traite par le chlore, qui détruit une portion de la substance colorante; on lessive de nouveau avec l'alcali qui dissout ce qui a été altéré, et qui s'empare en même temps de l'acide hydrochlorique qui s'est combiné avec la couleur. La présence de l'acide hydrochlorique est manifestée par le nitrate d'argent, qui, versé dans l'alcali, donne un précipité. On traite encore par le chlore, puis on lessive : en répétant plusieurs fois cette double opération, on arrive à un blanchiment complet. Toutes ces opérations doivent être terminées par une eau acidule : on met de l'acide sulfurique dans l'eau, de façon qu'elle ne soit pas plus acide qu'une limonade, et l'on y trempe les tissus.

Ce serait sans doute ici que nous devrions donner les moyens de reconnaître la force du chlore et de l'oxide de manganèse; mais le temps ne nous permet pas d'entrer dans ces détails.

On détermine la force d'une dissolution de chlore, ou de chlorure de chaux, par la quantité d'indigo qu'elle peut détruire ; mais les dissolutions d'indigo s'altèrent au bout de quelque temps, et quand il y a un mois qu'elles sont préparées, on est incertain du résultat que l'on obtient. Ainsi, il est important d'avoir un autre moyen de s'assurer de la force du chlore. Voici celui que l'on suit : on prend de l'oxide de manganèse *titré* , et avec la même quantité de cet oxide, on obtient sensiblement la même quantité de chlore. Il y a pour la préparation du chlore un appareil très simple, avec lequel on a du chlore ou du chlorure de chaux toujours au même *titre*. On prépare ces substances, au moment où l'on en a besoin, avec l'oxide de manganèse, que l'on peut conserver sans altération.

Ce que je viens de dire ne s'applique qu'aux végétaux; le chlore attaquerait la soie, la laine : il leur enlève de l'hydrogène, passe à l'état d'acide , et se combine avec elles en les altérant. Il faut donc s'y prendre autrement pour en opér-

rer le blanchiment. Au reste, la soie et la laine sont naturellement blanches.

La laine contient une grande quantité de *suint* ; or ce suint est un véritable savon à base de potasse formé par une matière grasse, huileuse, sécrétée par l'animal et combinée avec de la potasse. Ce savon est susceptible d'être entraîné par l'eau : de là l'opération du *désuintage* , en mettant la laine dans l'eau chaude à 45° et en la lavant dans la rivière. Le suint se dissout mieux si l'on ajoute de l'urine pourrie, ou de l'ammoniaque aux eaux de lavage.

Le suint est en si grande quantité dans la laine, que 3 kilogrammes de laine avant le désuintage se réduisent à 1 kilogramme de laine fine. Les laines plus grossières perdent moins : quelquefois 4 kilogrammes de laine n'en perdent que 1.

Quant à la soie, on lui fait subir l'opération que l'on nomme *décreusage*. La soie naturelle est blanche ou jaune, mais le décreusage est toujours le même. Il s'exécute en faisant bouillir la soie avec une certaine quantité de savon, qui

va jusqu'au quart du poids de la soie pour celles qui sont blanches, et plus haut pour celles qui sont jaunes. Cette ébullition dissout une substance gommeuse, de nature animale et d'un aspect gélatineux. Ces soies perdent une grande partie de leur poids, environ 25 pour 100 : il y a même de la cire, de véritable cire entraînée par le savon.

Les laines étant désuintées, les soies étant décreusées, on les expose à la vapeur du soufre qui brûle dans des appartemens fermés.

Les fils ou les tissus de matière végétale ou animale, après avoir été blanchis, sont propres à recevoir les couleurs ; mais les matières colorantes n'ont pas toutes la propriété de se combiner directement avec les tissus : il n'y a que quelques couleurs qui n'aient pas besoin de moyen intermédiaire, d'agent qui serve de lien commun à la matière colorante et au tissu.

Si l'on fait bouillir le lin, le coton, dans une dissolution de garance, bois rouge, on retire les tissus avec une teinte faible, pas plus forte que

celle du liquide; il n'y aura pas eu application de la couleur, combinaison. Mais si l'on imprègne les tissus d'alun, de mordant, alors la couleur se combine.

Les agens intermédiaires, les mordans sont assez nombreux. On peut dire que tous les oxides peuvent servir de mordans; mais l'expérience a appris que quelques-uns donnaient de meilleurs résultats que d'autres, les mordans dont on fait le plus d'usage sont l'alun, l'acétate d'alumine, le chlorure d'étain, les dissolutions de fer, de cuivre, et les acides. Voici comment on applique ces mordans: si l'on veut teindre du coton, on se servira simplement d'une dissolution d'alun. Il faut que l'alun soit pur, qu'il ne contienne pas de fer, car le fer altérerait les couleurs. L'alun se combine avec le coton et s'y combine en nature; la combinaison, il est vrai, n'est pas très forte: si on l'a faite à froid et qu'on fasse bouillir le tissu dans l'eau, on enlève l'alun. Aussi faut-il, après avoir aluné presque à froid, teindre dans des bains tièdes. En alunant à chaud, le mordant prend

beaucoup moins ; il est nécessaire d'aluner à froid. Si ensuite on fait bouillir le bain de couleur , il enlèvera une portion de l'alun. On commence par mettre le tissu dans un bain tiède, et l'on élève graduellement la température.

Les mordans altèrent ou n'altèrent pas la couleur ; en général, les mordans blancs , ou qui laissent le tissu blanc , n'altèrent pas la couleur , et les mordans qui colorent les tissus modifient les matières colorantes.

Ce que nous avons dit de l'alun s'applique à peu près aux autres mordans. L'acétate d'alumine tient davantage que l'alun ; l'alumine paraît mieux se combiner avec le tissu, et il se dégage une partie d'acide acétique. Pour rendre l'alunage plus solide, on ajoute un peu de potasse.

L'alunage de la soie se fait en la mettant dans l'alun plusieurs heures ; l'alunage de la laine, en la faisant bouillir dans l'alun

Quant aux acides, on met les tissus à froid dans les dissolutions.

Je dois faire remarquer ici que l'on a dans les

arts deux procédés de teinture : l'un qui consiste à ne former que des teintes uniformes, l'autre qui consiste à faire plusieurs nuances de la même couleur, et à appliquer des couleurs différentes.

Quand on veut teindre un tissu de façon que la même couleur forme des dessins, on applique la couleur épaissie par l'amidon ou les gommés sur le tissu imprégné de mordant, avec des planches gravées en relief. On a même des cylindres gravés en creux, sur lesquels on fait passer les étoffes. Un cylindre fournit la couleur à celui qui est gravé, et l'étoffe passe sur celui-ci, pressée par un autre cylindre.

Si l'on veut faire un dessin d'une teinte variée, ou d'une teinte dégradée, on est obligé d'employer plusieurs planches plates, ou une seule planche gravée, avec une profondeur différente.

Des couleurs différentes demandent des opérations différentes ; aussi le prix des étoffes augmente-t-il en raison de la variété des couleurs.

On a trouvé un moyen de former des dessins en teignant à plein bain. On peut détruire une



couleur par ce qu'on appelle un *rongeur* : on l'applique avec une planche gravée. Le rongeur est du chlorure de chaux, dont l'action est très lente sur les matières colorantes ; si l'on rend le chlore libre par le moyen d'un acide, le chlore se dégage et la couleur est détruite.

On peut aussi mettre l'acide sur l'étoffe, et la plonger ensuite dans un bain de chlorure de chaux ; la couleur est encore détruite là seulement où était l'acide.

Voyons maintenant comment on prépare les bains de couleur.

Il y a trois couleurs avec lesquelles on peut obtenir toutes les autres : le jaune, le rouge et le bleu ; et il y a trois substances principales qui donnent ces couleurs : la gaude, la garance et l'indigo.

La garance n'est pas la seule matière qui donne du rouge ; les substances qui produisent cette couleur sont très nombreuses. La première est le bois de Campêche, qui appartient à un arbre qui croit en Amérique, sur les côtes de Campêche :

il est d'un rouge brun ; réduit en petits copeaux, il cède facilement sa couleur. M. Chevreul en a extrait une substance qu'il appelle *hématine*, et qui se dissout dans l'eau et dans l'alcool. En mettant un tissu imprégné de mordant dans la dissolution de Campêche , on a un rouge brun , si le mordant est de l'acétate d'alumine ; du bleu , si le mordant est de l'acétate de cuivre ; du noir , si le mordant est de l'acétate de fer. Ce bois est précieux en teinture.

Le bois de Brésil donne aussi des couleurs rouges ; mais la garance mérite la préférence ; elle donne une belle couleur qui est solide , et que l'on appelle *rouge d'Andrinople*. Le rouge de garance, le jaune de gaude et de quercitron, et le bleu d'indigo sont des couleurs bon teint, avec lesquelles on fait toutes les autres. C'est ainsi que toutes les couleurs de l'iris sont faites avec le jaune, le bleu et le rouge. La garance est la racine de la plante de ce nom. MM. Robiquet et Colin nous ont appris à en extraire la matière colorante à l'état de pureté. En prenant la garance

réduite en poudre fine, et la mettant dans l'eau tiède, elle cède une certaine quantité de matière colorante avec une foule d'autres principes, et surtout avec une matière sucrée. La matière colorante se précipite, et forme comme une gelée. On la soumet à la pression; elle perd son eau et devient brune. On la traite par l'alcool qui la dissout, et on la précipite par l'acide sulfurique. Le précipité n'est pas encore pur; on le met dans une cornue, on chauffe légèrement, et l'on obtient ainsi la matière colorante pure. Elle est en aiguilles jaunâtres; distillée plusieurs fois, elle ne s'altère pas. Elle ne se dissout pas sensiblement dans l'eau. Elle se dissout dans l'alcool et dans l'éther : elle forme une dissolution jaune dans l'éther.

Cette substance colorante ainsi préparée ne donne pas les mêmes résultats que la garance, de sorte qu'il y a dans la racine de garance des matières particulières qui n'ont pas été examinées et qui jouent un assez grand rôle dans la teinture. La matière colorante pure de la garance a

reçu de MM. Robiquet et Colin le nom d'*alizerine*.

On fait avec la garance une très belle *laque* ( nom qui désigne la combinaison de l'alun avec les matières colorantes). Pour préparer la laque de garance , on met. la racine dans quatre fois son poids d'eau ; on la soumet à la presse : on répète cette opération quatre fois. Elle perd une couleur jaune. Quand elle a été appauvrie, on la traite avec une dissolution d'alun qui dissout la matière colorante, et l'on précipite par le carbonate de soude. On a la plus belle laque possible.

Nous n'entrerons pas dans les détails trop nombreux de la préparation du rouge d'Andrinople.

Il y a encore bien d'autres substances qui donnent des couleurs rouges. Le roucou s'applique facilement.

Le carthame est une fleur qui renferme deux matières colorantes : l'une est jaune et soluble dans l'eau ; on l'enlève , et on la sépare de l'autre qui est rouge. Pour cela, on expose le carthame dans des sacs au courant d'une rivière ; le rouge

qui reste devient plus foncé. En traitant les fleurs de carthame par une dissolution de carbonate de soude, on rend soluble la matière rouge ; on plonge l'étoffe dans ce bain de carbonate, et on la plonge ensuite dans un bain d'acide végétal ; on a ainsi un des plus beaux roses : on l'applique sur la soie. Malheureusement, c'est une couleur fugace, que le savon enlève et que la lumière détruit.

La cochenille nous offre encore un rouge particulier ; mais cette substance n'appartient pas au règne végétal : c'est un petit insecte que l'on trouve au Mexique. La cochenille renferme plusieurs substances : une matière grasse, qui ressemble à la stéarine et à l'oléine, que l'on enlève par l'éther ; une matière colorante, qui se dissout dans l'alcool concentré. Cette matière colorante est la *carmine* ; elle fait la base du carmin.

La cochenille fournit l'écarlate, couleur de la plus grande beauté, et que, jusqu'à présent, on n'est pas parvenu à imiter avec d'autres matières colorantes.

La couleur de la cochenille s'applique sur la laine au moyen du perchlorure d'étain, auquel on ajoute un peu de crème de tartre. Cette teinture se fait en deux opérations, dont la première s'appelle le *bouillon*, et la seconde la *rougie*. On fait d'abord bouillir la laine avec la cochenille et un peu de mordant ou de perchlorure d'étain ; on la plonge ensuite dans un autre bain de cochenille, et de perchlorure d'étain. Cette couleur n'est pas très solide ; l'eau la tache ; les alcalis l'attaquent et la rendent violette.

Le carmin est une laque de cochenille dans laquelle l'alumine n'est pas absolument nécessaire. Il s'obtient en versant dans une dissolution de cochenille une dissolution d'alun, et en précipitant par un alcali.

# COURS DE CHIMIE

---

## SOMMAIRE.

Jaune de gaude. — Indigo. — Cuves d'indigo. — Indigo désoxygéné. — Sulfate d'indigo. — Bleu de Saxe. — Bleu de cyanure de fer. — Tournesol. — Noir. — Matières végétales contenant de l'azote. — Gluten. — La bonté des farines dépend de sa quantité. — Légumine. — Albumine. — Ferment. — Fermentation alcoolique. — Le moût de raisin ne peut fermenter sans oxygène. — Conservation du moût par ébullition dans des vases fermés. — *Idem*, des matières animales on végétales, par le procédé de M. Appert. — Germination. — L'oxygène et l'eau sont indispensables. — Le chlore peut faire germer les graines. — Décomposition de l'acide carbonique pour les parties vertes des plantes. — Chimie animale. — Action de la chaleur sur les substances animales. — Action de l'eau. — Formation du nitre. — Action de l'acide nitrique. — Amer de Welther. — Acide carbozotique. — Carbozotates. — Action des alcalis. — Cyanogène. — Acide hydrocyanique. — Enorme action qu'il exerce sur les animaux. — Son analyse.

Nous allons continuer l'examen des matières colorantes ; nous nous occuperons particulièrement de l'indigo.

Auparavant, nous remarquerons que l'on fait les jaunes avec la gaude, plante qui croît spontanément en France. La matière colorante de cette plante est très soluble dans l'eau ; elle se fixe sur les étoffes alunées, et donne des jaunes solides. On n'en sait pas davantage sur cette substance.

On connaît sous le nom *d'indigo* une matière d'un bleu particulier, qui est fournie par l'*anil*. plante qui croît en Amérique, et par l'*isatis tinctoria* qui croît en France. Dans le commerce, cette substance est mêlée à  $\frac{6}{10}$  de matières étrangères ; nous la supposerons obtenue pure, ce qui est facile en la sublimant dans un creuset de platine ou d'argent bien fermé, ou en la traitant par l'eau, par l'alcool et par l'acide hydrochlorique. Dans son état de pureté, l'indigo se présente en aiguilles prismatiques d'une belle couleur pourpre cuivrée. Plus les indigos du commerce sont purs, et plus leur couleur est cuivrée. Il est sans saveur ; il a une odeur légère à froid ; elle devient insupportable à chaud. Il se volatilise à 50° ou 35° ; sa vapeur est pourpre et semblable à celle de l'iode.



Il est insoluble dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther, dans tous les dissolvans que nous employons , si ce n'est dans l'acide sulfurique concentré : l'acide sulfurique faible ne le dissout pas.

Quand on le distille , il se décompose en donnant les mêmes produits que les matières animales : il renferme de l'azote au nombre de ses élémens. En le chauffant sur des plaques métalliques, et en recueillant sa vapeur, on l'obtient très pur.

Il faut considérer l'indigo comme une substance oxidée que l'on peut désoxigéner : il est dans un état analogue au peroxide de fer, et dans cet état d'oxigénation il est insoluble; mais si on lui enlève l'oxigène, il se dissout dans les alcalis : les hydrosulfates, le protoxide d'étain; l'hydrogène au moment où il se dégage, lui enlève l'oxigène; cependant, ces matières seules n'opéreraient pas la réduction de l'indigo. En mêlant l'indigo pulvérisé avec le protoxide de fer et un alcali, il perd sa couleur et se dissout.

L'indigo offre deux états différens, selon la quantité d'oxigène qu'il contient : l'indigo bleu doit être considéré comme contenant un excès d'oxigène. On peut lui enlever cet oxigène et le dissoudre dans un alcali : le moyen suivant est celui qui est mis ordinairement en pratique, parce que les substances qu'on emploie ont peu de valeur.

On prend 2 parties de sulfate de fer, 2 parties de chaux, 1 partie d'indigo pulvérisé, et 150 parties d'eau.

La chaux décompose le sulfate de fer; le protoxide de fer désoxide l'indigo, lequel se dissout dans l'excès de chaux, et l'on a une dissolution transparente, pourvu qu'elle ne soit pas exposée au contact de l'air. Cette dissolution a une couleur jaune-brun, mais l'affinité de l'indigo pour l'oxigène est telle, qu'en transvasant la dissolution elle prend une couleur bleue.

Quand on a une dissolution d'indigo, en l'exposant à l'air celui qui est à la surface s'oxigène et se précipite; on peut, en battant la dissolution,

mettre tout l'indigo en contact avec l'oxigène et le précipiter , et par ce moyen l'obtenir pur.

L'indigo désoxigéné agit comme un véritable acide : il se dissout dans les alcalis, et on le précipite par les acides. En prenant une dissolution d'indigo, en y versant un acide, on a un précipité blanc qui a une apparence cristalline. Si l'on opère à l'abri du contact de l'air, si on lave le précipité avec de l'eau bien bouillie pour qu'elle ne contienne plus d'air, et si l'on fait sécher dans le vide, on obtient une matière blanche dans laquelle il y a un peu d'indigo régénéré.

C'est cet indigo blanc qui a la propriété de se dissoudre dans les alcalis; mais il les sature à différentes proportions. Quand l'alcali n'est pas en excès, la combinaison est soluble dans l'eau ; quand on met un excès de chaux, la combinaison n'est plus soluble dans l'eau; il se forme un précipité. Il faut donc se garder de mettre trop de chaux dans les cuves d'indigo, puisqu'elle ferait perdre de la matière colorante.

La potasse, la soude, la baryte, la strontiane

se combinent avec l'indigo, et forment des dissolutions. Ces sels ont été étudiés.

L'indigo blanc a la propriété de se dissoudre dans l'alcool et dans l'éther; mais il est toujours insoluble dans l'eau.

Je citerai encore une autre manière de désoxygéner l'indigo. On prend 8 parties d'indigo en poudre, 8 parties d'orpiment, 6 parties de potasse et 100 parties d'eau. L'orpiment désoxide l'indigo; il se forme de l'acide arsenieux qui se combine avec une partie de la potasse, et l'indigo se dissout dans l'autre partie de potasse.

Nous disons que l'indigo blanc a perdu son oxygène; nous pourrions dire aussi qu'il a pris de l'hydrogène, mais nous emploierons toujours l'expression de désoxygénation.

Lorsqu'on veut appliquer l'indigo sur les tissus, il faut toujours commencer par le réduire. On le dissout dans la chaux en le désoxygénant par le sulfate de protoxide de fer; alors l'opération de teindre est simple: il ne faut pas donner de mordant à l'étoffe, il suffit de la plonger

dans la dissolution d'indigo, que l'on appelle *la cuve d'indigo*. Le tissu s'imprègne du liquide, et sort de la cuve sans être coloré en bleu. Il est jaunâtre, il passe au vert et ensuite au bleu; ce qui annonce dans l'indigo divers états d'oxidation qui n'ont pas été examinés.

Quand la teinte est jugée suffisante, on dégorge le tissu ; c'est-à-dire que l'on enlève par les lavages les parties d'indigo qui se sont régénérées avant de se combiner avec l'étoffe.

Nous avons dit qu'on ne pouvait dissoudre l'indigo que dans l'acide sulfurique. Pour opérer cette dissolution, on met l'indigo dans 8 à 9 parties d'acide sulfurique concentré, ou seulement dans 6 parties d'acide fumant, à peu près anhydre; on fait chauffer au bain-marie; peu à peu l'indigo se combine avec l'acide sulfurique et forme un liquide extrêmement épais. Cette combinaison peut se dissoudre dans une très grande quantité d'eau, et la colorer en bleu foncé.

La dissolution de l'indigo dans l'acide sulfurique est plus compliquée que je ne viens de le

dire ; ce n'est pas seulement une dissolution ; il s'y produit plusieurs changemens dont le détail nous mènerait trop loin. M. Berzélius a donné ce détail; il est imprimé dans le volume XXXVI des *Annales de Chimie et de Physique*. Nous dirons cependant qu'il y a une portion de l'indigo qui se dissout réellement dans l'acide sulfurique ; qu'il y a une portion de l'acide sulfurique qui se trouve désoxygénée, qui passe à l'état d'acide hyposulfurique, et qui tient aussi de l'indigo en dissolution, et qu'enfin il se produit une matière qui est ce que l'on appelle *pourpre d'indigo*. Ce pourpre d'indigo est en quantité d'autant plus faible que l'on a employé plus d'acide sulfurique ; mais il se produit constamment si l'on prend 7 à 8 parties d'acide.

Les dissolutions d'indigo dans l'acide sulfurique sont employées dans les arts ; elles servent à teindre la soie en un très beau bleu, que l'on connaît sous le nom de *bleu de Saxe*. Mais ce bleu n'est ni aussi intense ni aussi solide que l'autre : l'indigo , dans cet état de dissolution,

est comme désagrégé ; il est plus susceptible de se décomposer à l'action de la lumière et de l'air ; ce bleu ne peut servir que pour teindre les étoffes de soie, parce qu'on les expose moins aux diverses actions de l'air que les autres.

On fait encore un beau bleu avec le prussiate de fer que l'on obtient en décomposant le sulfate de fer par le prussiate de potasse ; c'est une couleur qui est appliquée sur la soie, et qui est solide. Les parapluies sont teints par ce moyen, qui est dû à M. Souchon. On prend la soie, on l'imprègne de sulfate de fer au maximum ; elle s'y teint en jaune ; on lave bien, puis on la plonge dans une dissolution de cyanoferrure de potassium ; peu à peu elle s'y colore en une très belle teinte bleue, à laquelle on donne beaucoup d'éclat en la passant à l'eau de savon et en la lavant.

Cette teinture s'applique aussi sur les tissus de laine ; les draps de qualité moyenne ont l'aspect de draps teints à l'indigo. C'est une découverte importante pour les arts.

Il est bon que je dise un mot sur le bleu de

tournesol qui, jusqu'à présent, ne s'est préparé qu'en Hollande. Cette substance est d'un très grand usage dans le Nord pour passer au bleu les tissus blanchis; vous savez combien on s'en sert dans les laboratoires.

Le tournesol se prépare avec des lichens qui croissent sur les montagnes d'Auvergne, du Cap-Vert et des îles Canaries. Ces lichens sont grisâtres; ils ne paraissent pas renfermer une matière colorante, et cependant préparés convenablement, on en retire l'orseille et le tournesol. On les fait fermenter avec de la potasse et de l'urine dans de grandes cuves; il se développe une couleur rouge et l'on a l'orseille: si l'on force en potasse, on a la couleur bleue. Ces phénomènes n'ont pas été étudiés. Lorsque la matière a donné la couleur bleue, on la mêle avec de la craie qui a moins de prix, et c'est ce mélange qui est livré au commerce. Dans le Nord, le bleu de tournesol remplace l'indigo pour passer le linge au bleu.

Nous terminerons cet exposé succinct sur les



matières colorantes et les teintures par quelques mots sur la couleur noire, que l'on obtient avec les dissolutions de fer et les astringens, tels que la noix de galle , le sumac , l'écorce de chêne , etc.

Si l'on verse dans une dissolution de fer au minimum une dissolution de tannin , d'acide gallique , il n'y a pas de précipité noir de produit ; mais quand l'oxide est au maximum, on obtient la couleur noire.

Toutes les matières astringentes ne donnent pas du noir avec l'oxide de *fer*. Le tan, la noix de galle font du noir ; la matière astringente du cachou n'en fait pas.

Pour teindre les tissus en noir, on les imprègne d'acétate de fer. Il faut préférer ce sel au sulfate de fer, parce que l'acide sulfurique tient trop au fer. L'acétate de fer teint l'étoffe en jaune ; on la plonge alors dans une dissolution de tan. On peut, si l'on veut, imprégner d'abord l'étoffe de dissolution astringente, et plonger ensuite dans une dissolution de fer.

Pour avoir un noir plus intense, on commence

par passer l'étoffe à la cuve d'indigo ; on lui donne ce que l'on appelle un *pied de bleu*.

On fait aussi avec la dissolution de Campêche , un peu de sulfate de fer et de vert-de-gris , un noir très beau , mais qui n'a pas la solidité de l'autre. C'est le noir des chapeliers : il rougit par les acides.

On obtient l'encre en faisant bouillir ensemble 200 parties d'eau, 15 parties de noix de galle , 10 parties de sulfate de fer, et 20 parties de gomme du Sénégal. L'encre est d'abord peu noire ; mais au bout de quelque temps, elle devient d'un très beau noir en absorbant de l'oxygène.

Nous allons maintenant examiner la dernière classe des substances végétales , c'est-à-dire les substances qui contiennent de l'azote , et qui pour cela ont les caractères des matières animales. Les corps compris dans cette classe sont peu nombreux ; on en distingue trois : le *gluten*, l'*albumine* et le *ferment*.

Beccaria, chimiste italien, a découvert le glu-

ten en malaxant sous un filet d'eau de la pâte de farine de froment ; l'eau entraîne l'amidon , et il reste une substance visqueuse et élastique : c'est le gluten. Indépendamment de sa viscosité , de son élasticité et de son insolubilité, cette substance est caractérisée par sa nature chimique ; elle donne les mêmes produits que les matières animales. En la distillant, elle fournit autant d'azote que la chair musculaire. Traitée par les réactifs, elle ne se comporte pas comme les autres principes immédiats des végétaux.

L'alcool la sépare en deux parties : il en dissout une, et il en reste une autre, à laquelle on avait donné des noms particuliers qui n'ont pas été adoptés. La matière que l'alcool ne dissout pas a les propriétés de l'albumine; celle qui s'y dissout se présente avec les propriétés du gluten, c'est-à-dire avec la viscosité, l'élasticité. Dans toutes les graines, il y a une matière albumineuse qui se coagule par une chaleur de 72°. Dans le froment, il y a de l'amidon , de l'albumine et du gluten. Cette dernière substance , qui se rap-

proche des matières animales parce qu'elle donne de l'azote, en diffère cependant parce qu'elle est soluble dans l'alcool. Ainsi, ce que l'on nommait autrefois la matière glutineuse, le gluten proprement dit, est formé de deux parties, dont l'une conservera le nom de gluten, et dont l'autre portera le nom d'albumine, puisqu'elle se coagule.

Le gluten se dissout dans les acides, et surtout dans les acides végétaux.

Le gluten, dissous dans l'acide acétique, se sépare en deux parties : de sorte qu'on ne pourrait dire qu'il n'est pas lui-même un composé d'autres matières. L'analyse végétale, comme on voit, présente de grandes difficultés, qui tiennent toutes à la séparation des substances qui ne cristallisent pas.

Le gluten se trouve dans toutes les céréales, et particulièrement dans le froment; il est la partie essentielle à la nutrition. L'amidon est bien moins nutritif que la viande, et seul ne pourrait servir long-temps de nourriture; mais le pain renfermant de l'amidon, plus du gluten,

est d'autant plus nourrissant qu'il contient plus de matière glutineuse.

Si l'on soumet à l'analyse les différentes céréales, l'orge, le seigle, les pois; si on les traite par l'eau en malaxant leur pâte, il ne reste rien dans les mains : c'est que le gluten est là dans un état particulier, dans un état différent. Mais si on les traite par l'alcool, on sépare une matière amilacée qui a beaucoup de rapport avec le gluten. Ainsi nous devons y admettre un gluten, qui, il est vrai, n'a pas toutes les propriétés de l'autre.

La quantité de gluten que contiennent les farines paraît déterminer leur qualité. Le blé qui croît dans les pays chauds est plus riche en matière glutineuse : les blés d'Odessa en contiennent davantage que les blés du midi de la France , et ceux-ci davantage que les blés du nord. Les meilleurs blés donnent en gluten 20 à 25 pour 100 du poids de la farine.

Les farines des autres graines fournissent des substances différentes du gluten et différentes

entre elles, et qui, pour cela, ont reçu divers noms. Les pois écrasés, lavés sur un tamis, laissent passer un liquide qui dépose une substance que M. Braconnot a nommée *légumine*, et qui est une variété de l'amidon. Les combinaisons de cette substance sont insolubles; voilà pourquoi l'eau des puits, qui contient des sels de chaux, empêche les graines de cuire : ces sels forment avec les graines des précipités de matière dure. Cette observation est intéressante, en ce qu'elle explique un fait de nos ménages.

L'albumine étant une matière animale, je ne ferai que la nommer ici. Elle est cependant répandue dans le règne végétal; on la trouve dans la plupart des sucs végétaux, dans les graines. Elle est tout-à-fait semblable au blanc des œufs. Cette matière est caractérisée par la coagulation en élevant la température. Si l'on râpe des pommes de terre, si l'on en exprime le suc avec une certaine quantité d'eau, et si on le soumet à l'action de la chaleur, il se forme des grumeaux qui ne sont que de l'albumine. Il suffit d'écraser les

amandes , d'en faire une émulsion , pour obtenir une masse par l'action de la chaleur. La châtaigne étant cuite prend de la dureté, parce que l'albumine qu'elle contient s'endurcit. L'albumine est utile à la nutrition.

Quelquefois la coagulation n'a pas lieu; c'est quand il y a trop d'eau : alors il faut évaporer le liquide à une douce chaleur, à 50° au plus. Ensuite si l'on porte à l'ébullition, la coagulation s'opère.

Le nom de *ferment* désigne bien vaguement une substance qui a la propriété de faire naître la fermentation vineuse ou alcoolique, et dont les caractères varient suivant les végétaux d'où on le tire. Si l'on prend le ferment du brasseur, la levure de bière, on a une espèce de fécule qui se réduit en poudre comme de l'amidon, et qui donne les mêmes produits que les matières animales. Si l'on prend un fruit, comme des groseilles, en les écrasant, il s'en séparera une matière visqueuse qui est encore le ferment : ainsi voilà un aspect différent. Généralement le ferment n'est

pas susceptible de cristalliser, et il est toujours reconnaissable en ce qu'il donne de l'ammoniaque étant distillé. Abandonné à lui-même, il entre en putréfaction comme les matières animales. Mais comme toute matière, soit végétale, soit animale, étant desséché, il peut se conserver indéfiniment; et si on le mouille, si on le délaie, il reproduit la fermentation, quelque long-temps qu'il ait été conservé. Pour le dessécher, il faut employer une chaleur douce.

Si l'on fait bouillir le ferment avec une matière sucrée, il n'y aura pas de fermentation pendant plusieurs jours; tandis qu'à froid la fermentation a lieu presque aussitôt qu'on a mis le ferment. On a remarqué que toute matière animale pouvait produire la fermentation; qu'en se décomposant, elle passait par un état intermédiaire impossible à apprécier.

La fermentation présente des particularités très curieuses dont nous allons nous occuper rapidement.

Il suffit de prendre 5 parties de sucre, 20 par-



ties d'eau et 1 partie de levure de bière, de délayer le tout dans un flacon, et de livrer le mélange à lui-même à une température de 15 à 20°, ou mieux de 25°, pour qu'il y ait réaction très vive entre le ferment et la matière sucrée. Des bulles s'élèvent de divers points; il y a effervescence semblable à celle qu'offrent les carbonates dont on dégage l'acide carbonique. La fermentation peut durer assez long-temps : cinq ou six jours, quelquefois un mois, selon la température. Si la température est de 25 à 30°, elle sera prompte; si la température est plus basse, elle sera très lente. Ce que nous disons de ce mélange est exactement ce qui se passe dans les cuves où l'on prépare le vin.

Le suc du raisin renferme du sucre et du ferment; et la fermentation s'établit dès que le raisin est écrasé, quand la température est convenable. Elle n'a pas lieu si la température est basse : le mieux serait de porter le raisin à la cuve quand le soleil a donné dessus. Lorsque la température est très froide, on chauffe le *moût*, qui, sans cela,

passerait à la fermentation putride. Dans la fermentation vineuse, il y a dégagement d'acide carbonique en quantité considérable et production de chaleur. Commencée à 15°, elle va jusqu'à 36 ou 40°, et elle devient de plus en plus tumultueuse.

Nous supposons que le phénomène se passe avec le contact de l'air; mais l'air ne joue aucun rôle dans la fermentation : elle a lieu dans le vide, dans le gaz carbonique, comme dans l'air ou le gaz oxygène. Quand les cuves sont exposées à l'air, il se forme, il est vrai, à leur surface, une croûte acescente, et il pourrait y avoir quelque avantage à couvrir la cuve; mais il n'est pas si grand qu'on l'a prétendu : il y a eu beaucoup d'erreurs dites à cet égard-là. L'acide carbonique se dégage en si grande quantité, qu'il forme une atmosphère à la cuve et empêche le contact de l'air. S'il y avait des courans d'air dans le cellier, comme ils pourraient entraîner le gaz carbonique, il y aurait possibilité du contact de l'air : là, il faudrait couvrir la cuve pour empêcher la fermentation acide.

La fermentation acide ne pouvant avoir lieu qu'après la fermentation vineuse, il est toujours facile de connaître le moment où il est bon de découver. Aujourd'hui, on a un moyen très précis pour cela : on distille le liquide dans un petit alambic deux ou trois fois par jour ; on constate par ce moyen les variations dans la quantité d'alcool formé. Tant que la fermentation fait des progrès, l'alcool augmente ; quand elle est terminée, le produit est constant, tout devient stationnaire : il est inutile d'aller plus loin, et l'on peut découver.

On a encore un moyen de reconnaître si la fermentation est terminée, par la densité du liquide. Dans le commencement, le moût est très dense ; il marque quelquefois 125 à l'aréomètre de Beaumé, à la température de 15° : quand la fermentation est à son terme, quand le vin est fait, le liquide est plus léger que l'eau. Tout le monde sait qu'en versant du vin avec précaution sur de l'eau, il surnage.

Les vins des diffèrens pays, et les vins du même

pays de différentes années, contiennent des quantités variables d'alcool. Il n'y a de moyen rigoureux de savoir la quantité d'alcool contenu dans le vin que la distillation. On a fait des recherches à cet égard ; je citerai quelques résultats.

Les vins ordinaires de Bourgogne contiennent 10 à 11 pour 100 d'alcool absolu, ou, en doublement, 20 à 22 parties d'eau-de-vie.

Le vin de Paris contient 8 à 9 parties d'alcool ; Malaga, 15 ; Mâcon, 10 ; le vin du Midi, 13 ; de Grave, 11 ; Saint-George, 15 ; le vin de la Vendée, 9 ; le vin de Grenache, le plus fort des vins de France, 16 à 17. Il y a cependant des vins beaucoup plus forts : celui de Marsala contient 24 parties d'alcool ou 48 d'eau-de-vie ; c'est moitié eau et moitié eau-de-vie. Les vins du midi de la France étant distillés, donnent un quart d'eau-de-vie.

Plus les vins contiennent d'alcool, et plus ils supportent le transport. Les vins de Bordeaux que l'on exporte doivent contenir beaucoup de spiritueux ; aussi ceux que l'on boit à l'étranger

## DE CHIMIE. 23

sont mélangés avec le vin de l'Hermitage, avec les vins d'Espagne. Pour supporter de longs voyages, il faut qu'ils aient au moins 13 parties d'alcool : ou leur ajoute quelquefois de l'eau-de-vie.

Les bières, les cidres sont très faibles en alcool; la bière n'en contient que 5 parties. Sa propriété enivrante dépend moins de l'alcool que de l'acide carbonique. On a remarqué que l'acide carbonique enivrait.

Les cidres donnent 5 à 6 d'alcool; il y en a qui vont jusqu'à 9.

Le raisin non écrasé ne fermente pas, et cependant, il contient tout ce qu'il faut pour la fermentation. Voici comment on peut concevoir ce fait : c'est que le ferment et le suc du raisin sont séparés dans des cellules particulières ; c'est ensuite que le raisin est couvert par une pellicule qui ne laisse pas pénétrer l'air. Si l'air n'est pas utile pendant la fermentation, il est cependant indispensable que le suc du raisin ait eu le contact de l'air pour qu'elle s'établisse. Prenez une cloche, remplissez-la de mercure, et faites-y

passer du gaz hydrogène, puis prenez une grappe de raisin bien fraîche; introduisez-la sous la cloche, et écrasez-la : vous aurez du moût qui aura été privé du contact de l'air. Eh bien ! ce moût ne fermentera pas, ou ne fermentera qu'au bout d'un mois, six semaines; tandis que s'il eût eu le contact de l'air, il aurait fermenté tout de suite, à une température de 15 à 20°. Introduisez une bulle d'air sous la cloche, ou une bulle d'oxygène, grosse seulement comme la tête d'une épingle, et la fermentation va partir. Ainsi, pour commencer la fermentation, il faut le contact de l'air ; mais une fois commencée, l'air n'est plus nécessaire.

Lorsque le moût a été mis en état de fermentation, ou lorsqu'il a commencé à fermenter, si on le fait bouillir dans des bouteilles bien bouchées, il ne fermentera plus ; il se conservera pendant deux ans au moins dans cet état. Si, à une époque quelconque, vous débouchez la bouteille, et la transversez dans une autre en bouchant aussitôt, il y aura fermentation, et vous

obtiendrez du vin mousseux ; mais si vous faites de nouveau bouillir le vin transvasé, vous arrêterez la fermentation, et vous la rétablirez aussi en transvasant, et ainsi de suite à volonté. On voit que le simple contact de l'air excite à l'instant la fermentation.

Si vous prenez du moût très clair, en le faisant bouillir dans un vase bien bouché, il donne un petit dépôt et ne fermente plus : si vous le transvasez et le faites bouillir, il y a encore un dépôt, et ainsi, à chaque ébullition, il y a coagulation. Ces dépôts sont des phénomènes encore mystérieux : je les cite pour exciter les recherches dont ils doivent être l'objet pour parvenir à les connaître.

L'ébullition du moût dans des bouteilles bouchées arrête la fermentation et est un moyen de le conserver. Non-seulement l'ébullition produit cet effet sur le moût, mais elle est peut-être employée pour la conservation de toute matière végétale ou animale : M. Appert l'a appliquée à toutes sortes d'alimens. Il met les substances vé-

gétales ou animales dans des vases hermétiquement fermés, et il fait bouillir. On conserve de cette manière le lait, le poisson, les fruits, la viande, et toutes les matières les plus fermentescibles. Aujourd'hui, il y a un art très important fondé sur ce procédé, et qui est mis en pratique pour la conservation des viandes pour la marine.

Nous terminerons l'étude de la Chimie végétale par l'examen de deux faits chimiques qui se passent dans la végétation. Je les exposerai sans rien dire de l'organisation et de la physiologie végétale.

Les graines desséchées peuvent se conserver long-temps ; elles peuvent ensuite se développer, et pour cela deux circonstances sont nécessaires : l'eau et l'oxygène.

Si vous leur donnez de l'eau sans oxygène, elles se gonfleront, elles pourriront et ne germeront pas.

L'oxygène seul est également insuffisant; ainsi deux agens sont nécessaires pour faire lever les grains ; chacun séparément ne produit pas la



germination : leur concours est indispensable :

Si l'on met les graines dans une légère couche d'eau, de manière que l'air puisse avoir accès sur leur partie supérieure, on verra le germe se développer, et l'on s'apercevra que l'oxigène de l'air est absorbé, et qu'il est remplacé par un volume égal d'acide carbonique. L'oxigène est donc destiné à enlever une portion du carbone.

On peut cependant obtenir la germination par le moyen du chlore, ainsi que l'a fait voir M. de Humboldt, et même il est parvenu à faire germer plus promptement qu'avec l'air. Il a imprégné les graines d'une dissolution faible de chlore, c'est-à-dire qu'il a mis les graines dans de l'eau contenant peu de chlore. Voici ce qui arrive : le chlore a une grande affinité pour l'hydrogène ; il décompose l'eau, décomposition qui est favorisée par l'affinité du carbone de la graine pour l'oxigène de l'eau, et il se forme de l'acide hydrochlorique et de l'acide carbonique.

L'autre phénomène dont je veux parler est l'action que les parties vertes des végétaux exer-

cent sur l'acide carbonique ; c'est à Priestley que l'on doit la découverte de cette action. Il méditait sur les phénomènes généraux de la nature : il voyait l'oxygène de l'air absorbé par la combustion, la respiration ; il ne voyait rien qui pût remplacer ces pertes. Cependant, ce qui frappe dans la nature et qu'on aime à y voir, c'est son aspect de stabilité, ce sont ses pertes qui se font d'un côté et qui se réparent de l'autre : il en conclut que l'absorption de l'oxygène, par suite de plusieurs phénomènes, devait être compensée par d'autres. Guidé par cette considération, il chercha et il reconnut que les plantes rendaient à l'air ce qui lui avait été enlevé ; qu'elles avaient la propriété d'améliorer l'air ; mais comme il n'alla pas plus loin, comme il ne soumit pas le phénomène à l'analyse chimique, c'est à Sennebier qu'on est redevable d'avoir démontré que les plantes décomposent l'acide carbonique, s'emparent du carbone et rendent l'oxygène à l'atmosphère. Tel est en effet le moyen suffisant pour restituer l'oxygène que la combustion et

la respiration ont transformé en acide carbonique.

Si vous mettez des plantes sous une cloche remplie d'acide carbonique, vous trouverez qu'au lieu d'acide carbonique, il y aura de l'oxygène. Pour faire cette expérience, il faut prendre l'extrémité d'une branche avec ses feuilles, et la mettre au soleil sous l'eau imprégnée d'acide carbonique : il se fera une petite effervescence qui donnera de l'oxygène pur.

Tout végétal croît par le carbone qu'il tire de l'acide carbonique : c'est là ce qui explique comment de très beaux arbres se trouvent plantés sur des montagnes ou des rochers stériles. Il suffit à la prospérité de la végétation qu'un sol aride procure une humidité convenable.

Réfléchissez sur certains faits d'agriculture, et vous comprendrez quelle immense décomposition d'acide carbonique est opérée par la végétation ! Sur un vaste terrain vous semez une forêt, et au bout d'un certain nombre d'années il est couvert d'arbres magnifiques : est-ce le

terrain qui a fourni tout le carbone de ces arbres ?  
Non, sans doute.

Si vous en doutez, voyez les landes de Bordeaux. Ce sol ne contenait certainement pas de carbone ; il n'est formé que par le sable ; eh bien, on est parvenu à y faire croître des forêts de pins et de sapins, qui donnent à la marine la résine dont elle a besoin, et des bois considérables pour toutes les constructions. Représentez-vous ces forêts et tout le charbon qu'elles contiennent, et vous verrez qu'il n'a pas été fourni par le sable, mais par l'acide carbonique qui est dans l'air : les arbres l'ont décomposé, et ont rendu l'oxygène à l'atmosphère, après s'être approprié le carbone.

Cependant, tout cela ne veut pas dire qu'on peut se passer d'engrais ; nous soutenons, au contraire, qu'ils sont indispensables dans toute bonne culture. Mais nous n'irons pas plus loin sur cet objet, et nous terminerons là l'étude de la Chimie végétale, pour nous occuper de la Chimie animale.

On donne le nom de Chimie animale à cette

partie de la science qui traite des divers produits fournis par les animaux.

Au nombre de ces produits, il en est qui donnent de l'azote et d'autres qui n'en donnent pas. Les graisses, les suifs ne contiennent pas d'azote, et rentrent dans la classe des substances végétales.

Parmi les produits animaux, nous ferons plusieurs distinctions. Cependant nous n'aurons pas, comme dans la Chimie végétale, des alcalis à considérer, quoique l'ammoniaque soit abondamment donnée par les matières animales. Mais, excepté cet alcali, nous n'aurons à examiner que des corps indifférens ou neutres, des acides, des substances grasses, puis les liquides, les tissus, et les parties solides des animaux.

Avant de parler des produits en particulier, nous allons jeter un coup d'œil sur les matières animales en général.

Une matière animale, soumise à l'action de la chaleur, donne divers produits ; mais les produits caractéristiques sont le carbonate d'ammoniaque ,

une huile épaisse, fétide, et en même temps un charbon qui a un certain brillant, et qui est d'une incinération difficile.

Voilà trois produits constans qui caractérisent les substances animales. On les distingue encore par une espèce de fusion qu'elles subissent quand elles commencent à ressentir l'action de la chaleur, et avant de se décomposer.

A ces produits faciles à distinguer, nous ajouterons que les substances animales donnent de l'acide carbonique, des gaz inflammables, et un peu d'acide hydrocyanique.

L'eau agit sur ces matières ou comme dissolvant, ou en les gonflant. Dans leur état naturel, elles sont imprégnées d'humidité ; elles peuvent la perdre par dessiccation , mais elles la reprennent assez avidement.

Toute matière animale desséchée complètement peut être conservée indéfiniment en la préservant de toute humidité.

Quand la matière animale est abandonnée à elle-même avec de l'eau, dès lors ses élémens se

désassocient, elle entre en putréfaction, et donne une odeur infecte, qui varie pourtant suivant la nature de chaque substance.

Les substances animales, dans un état convenable d'humidité, exposées à l'action de l'air, finissent par se décomposer complètement. Si ces substances sont très divisées, et séparées les unes des autres de manière que la putréfaction ne puisse s'en emparer, elles éprouvent à l'air les changemens que nous leur faisons éprouver par l'oxide de cuivre ; elles donnent de l'eau , de l'acide carbonique et dé l'azote.

Enfin, quand la matière animale se décompose lentement à l'air sans putréfaction, si l'on ajoute une base alcaline, du carbonate de potasse, par exemple, l'azote se combine avec l'air de l'atmosphère, et forme de l'acide nitrique qui s'unit à la potasse , et c'est l'affinité de l'alcali pour l'acide qui détermine l'azote et l'oxigène à se combiner. C'est d'après ce principe que l'on obtient le salpêtre dans les lieux que l'on appelle *nitrières artificielles*. La matière animale extrê-

mement divisée se réduit là en eau, en acide carbonique et en azote ; cet azote ne donnerait pas d'acide nitrique s'il n'était exposé à l'air : dans l'intérieur des terres où des cadavres ont pourri, il ne se forme pas d'acide nitrique, parce que le contact de l'air manque.

Les acides agissent sur les matières animales chacun d'une manière particulière, et l'action est différente suivant l'acide et suivant la matière animale ; ainsi, l'acide sulfurique agit différemment que l'acide nitrique.

L'acide nitrique donne surtout trois produits remarquables : de l'azote , en le chauffant avec les matières animales ; l'opération poussée plus loin , on trouve dans le mélange de l'acide oxalique ; en chauffant davantage encore , on obtient pour résultat final , persistant , l'amer de Welther , ainsi nommé parce que c'est à Welther que l'on en doit la découverte. C'est une matière d'un jaune assez intense , et d'une amertume épouvantable.

Toute matière animale , traitée par l'acide



nitrique, donne ces produits. Celui qu'on obtient le dernier est un véritable acide, que l'on a nommé acide *carbazotique* : il rougit le tournesol ; il a une saveur amère et acide ; il se combine avec toutes les bases, et forme des sels détonans qui étant mis sur les charbons détonent mieux que la poudre.

Tous les carbazotates sont d'une belle couleur jaune. L'acide lui-même est jaune, et cristallise en petites lames. Les carbazotates de potasse, de soude, de baryte , etc., fument mieux sur les charbons que la poudre. Ce sont des sels fulminans. Chauffés dans un tube, ils feraient plus d'effet que la poudre.

L'acide carbazotique contient  $\left\{ \begin{array}{l} 15 \text{ atomes de carbone.} \\ 3 \text{ atomes d'azote.} \\ 15 \text{ atomes d'oxigène.} \end{array} \right.$

La meilleure manière d'obtenir cet acide est de traiter l'indigo ou la soie par l'acide nitrique (on met 8 à 9 parties d'acide.) En définitive, on produit cet acide que l'on unit à la potasse. On

décompose le carbazotate de potasse pour former les autres sels.

Les alcalis agissent sur les matières animales. A une température de  $100^{\circ}$ , la matière animale est convertie en divers acides, dans lesquels il n'y a pas d'azote.

Si l'on traite la matière animale par le feu, et qu'un alcali soit présent, on obtient un produit différent : on a du *cyanure de potassium*. On prépare en grand cette substance pour le commerce. L'action de l'alcali, de la potasse, par exemple, sur la matière animale, détermine la formation d'un corps particulier, désigné sous le nom de *cyanogène* (qui engendre la couleur bleue). Ce corps se combine avec les métaux, et forme des *cyanures*.

En prenant du cyanure de mercure, combinaison du cyanogène avec le mercure, et en le soumettant à l'action de la chaleur de la lampe à l'esprit-de-vin, il y a décomposition : le cyanogène quitte le métal. C'est un produit gazeux.

Le cyanogène ne se décompose pas à l'air. Il

est à l'état de fluide élastique à la température ordinaire. En le soumettant à une pression et à une température basse, il perd l'état de fluide élastique et devient liquide. A l'état liquide, il pèse moins que l'eau ; il pèse 0,9. Son odeur est extrêmement vive et pénétrante ; elle est indéfinissable, mais elle monte jusqu'au sommet de la tête.

Ce gaz s'enflamme, et sa combustion se fait avec une très belle flamme violette. Le résultat de cette combustion est de l'azote et de l'acide carbonique.

La densité du cyanogène est presque double de celle de l'air ; il pèse 1,8064. Par le calcul , on trouve qu'il pèse 1,8188.

Le cyanogène contient  $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ vol. de vapeur de carbone.} \\ 1 \text{ vol. d'azote.} \end{array} \right.$

Il supporte une très haute température sans se décomposer. L'eau en dissout  $4\frac{1}{2}$  fois son volume, et prend l'odeur particulière au cyanogène. Il se dissout dans l'alcool, qui en prend

23 fois son volume. L'éther et les essences le dissolvent comme l'eau : il décompose l'eau.

Il rougit, mais faiblement, la teinture de tournesol. On peut attribuer cet effet à l'acide carbonique; car quand on sépare le cyanogène du cyanure de mercure, il y en a toujours un peu de décomposé.

Quand on met le potassium en contact avec le cyanogène, le potassium s'enflamme, mais brûle d'une manière tranquille ; le cyanogène est absorbé sans décomposition. La quantité de cyanogène absorbé est égale en volume à l'hydrogène que le potassium dégagerait de l'eau. Le produit du cyanure de potassium est tout-à-fait semblable à celui que l'on obtient en traitant une matière animale par la potasse.

Le cyanogène étant inflammable, peut s'analyser en le brûlant dans l'oxygène. Il ne donne pas d'eau ; mais il donne de l'azote, et produit de l'acide carbonique.

Pour l'analyser d'une manière bien simple, on n'a qu'à le faire passer sur l'oxide de cuivre, et

l'on obtient 2 volumes d'acide carbonique et 1 volume d'azote.

Le cyanogène a une dénomination qui ne conviendrait qu'à une substance simple ; mais cette dénomination est justifiée, parce qu'en effet il se comporte comme les substances simples, et surtout comme l'iode. Il est susceptible de s'unir à l'oxygène. Il s'unit particulièrement avec l'hydrogène, et donne un acide que nous allons examiner.

Pour préparer l'*acide hydrocyanique*, on prend du cyanure de mercure, et l'on y ajoute de l'acide hydrochlorique. L'hydrogène de cet acide se porte sur le cyanogène et le chlore sur le mercure, et l'on a de l'acide hydrocyanique. Mais voici avec quelles précautions il faut opérer : on met dans une cornue le cyanure de mercure (prussiate de mercure), et par-dessus l'acide hydrochlorique un peu concentré ; on adapte à la cornue un tube qui contient du carbonate de chaux et du chlorure de calcium.

L'acide hydrocyanique, passant à travers ces

substances, n'entraîne point avec lui d'acide hydrochlorique ni d'humidité.

L'acide hydrocyanique est un liquide incolore très odorant ; son odeur rappelle celle des amandes amères, que l'on peut reconnaître dans le kirch, dans l'eau de noyau : cette odeur est très forte.

Sa saveur est fraîche , mais ensuite brûlante ; et je dois prévenir qu'on ne doit le porter à la bouche ou le respirer qu'avec une très grande prudence : c'est le poison le plus violent que l'on connaisse ; à très petite dose, il donne la mort. Il ne lui faut que  $26^{\circ},5$  pour se volatiliser : cette volatilité le rend plus dangereux ; il se porte sur les poumons, et les paralyse sur-le-champ. Un oiseau que l'on fait passer près de l'orifice d'un flacon contenant cet acide tombe mort ; l'odeur seule suffit pour le tuer.

La densité de l'acide hydrocyanique est de 0,7058 à la température de  $7^{\circ}$ . Cette densité est de 0,6969 à  $19^{\circ}$ .

Exposé à un froid de 15% il devient comme du sirop et se congèle ensuite , mais sans affecter

de formes, et d'une manière indéterminée. Il est si volatil, que son évaporation suffit pour le geler.

La densité de la vapeur de cet acide est égale à 0,9476 ; par le calcul, on trouve 0,9438.

La formation de l'acide hydrocyanique est analogue à celle de l'acide hydrochlorique.

1 vol. d'acide hydrocyanique contient  $\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{ vol. de cyanogène.} \\ \frac{1}{2} \text{ vol. d'hydrogène.} \end{array} \right.$

Cet acide se mêle à l'eau dans toutes les proportions. Il serait utile de s'entendre en Pharmacie pour déterminer la force de ses dissolutions. Il précipite le nitrate d'argent, et forme du cyanure d'argent insoluble : on peut mesurer la force d'une dissolution par la quantité d'argent qu'elle précipite.

L'acide hydrocyanique se mêle à l'alcool.

On a remarqué qu'il s'altérait facilement, et qu'au bout d'un certain temps, la totalité du liquide se prenait en une masse colorée : cette décomposition a lieu sans qu'on en connaisse la cause.

Il est très inflammable, et brûle avec une flamme blanche : on peut l'enflammer par l'étincelle électrique et par l'oxygène, c'est-à-dire en faisant passer l'étincelle électrique à travers un mélange d'oxygène et d'un peu d'acide hydrocyanique. Par cette décomposition, on trouve que 100 parties d'acide hydrocyanique occasionnent une diminution de 75 parties par la formation de l'eau, et donnent 100 parties d'acide carbonique et 50 parties d'azote. Ainsi, il disparaît une quantité d'hydrogène égale à 50 parties, et une quantité d'oxygène égale à 125 parties.

Si l'on fait passer la vapeur d'acide hydrocyanique sous une cloche contenant du potassium, il y a décomposition de l'acide hydrocyanique et formation de cyanure de potassium, et il se produit  $\frac{1}{2}$  volume d'hydrogène. Le  $\frac{1}{2}$  volume de cyanogène reste dans le potassium. On ne saurait douter, par ces expériences, de la composition de l'acide hydrocyanique; mais si l'on voulait un complément de preuve, on n'aurait qu'à faire passer l'acide hydrocyanique sur de l'oxide de



cuivre; il se formera de l'eau, et l'on aura de l'acide carbonique et de l'azote dans les proportions du cyanogène, et qui ne laisseront aucun doute que l'acide contient  $1/2$  volume de cyanogène et  $1/2$  volume d'hydrogène.

Maintenant que nous connaissons la nature de l'acide hydrocyanique, il nous reste à parler de ses combinaisons ou des sels qu'il forme.



# COURS DE CHIMIE

## SOMMAIRE.

Cyanures et hydrocyanates.—Cyanoferrures.—Acide hydrocyanoferrique. — Cyanoferrure de potassium. — Bleu de Prusse. — Cyanoferrure de barium. — Cyanoferrure de potassium rouge. — Cyanates. — Fulminates. — Fulminate d'argent. — Danger de sa préparation et de son emploi. — Son analyse. — Fulminate de mercure. — Cyanosulfure de potassium. — Réflexions sur la préparation du bleu de Prusse dans les arts. — Fibrine. — Leucine. — Gras de cadavre. — Gélatine. — Sucre de gélatine.— Préparation de la colle forte.

Nous avons dit, dans la dernière séance, que lorsqu'on calcinait une matière animale avec de la potasse, il en résultait un produit nommé cyanure de potassium, lequel contenait une substance particulière ; que pour obtenir séparément cette substance, il suffisait de chauffer du cyanure

de mercure; que le cyanogène était un fluide élastique, inflammable, contenant 2 volumes de vapeur de carbone et 1 volume d'azote; que le cyanogène se comportait comme les corps simples, et qu'il formait avec l'hydrogène un hydracide, analogue aux autres hydracides ou à l'acide hydrochlorique, hydriodique, etc. ; que l'acide hydrocyanique était composé de  $\frac{1}{2}$  volume de gai hydrogène et  $\frac{1}{2}$  volume de cyanogène.

Nous avons prouvé la composition de cet hydracide de trois manières : en le brûlant dans l'oxigène, en le décomposant par l'oxide de cuivre, et en le mettant en contact avec le potassium.

Cet hydracide s'obtient en traitant le cyanure de mercure par l'acide hydrochlorique : on a du chlorure de mercure et de l'acide hydrocyanique.

Le cyanogène prend un volume égal d'hydrogène pour former l'acide hydrocyanique.

Le cyanogène est composé de  $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ atomes de carbone,} \\ 1 \text{ atome d'azote,} \end{array} \right.$

ce qui fait pour son nombre équivalent 5,2991.

En ajoutant à ce poids celui de l'atome d'hydrogène , qui est 0,1248, on a le poids de l'acide hydrocyanique , qui est exprimé par conséquent par 3,4230.

Nous allons parler des combinaisons de cet acide avec les bases, parce que, parmi ces combinaisons, il y en a d'importantes aujourd'hui. Au reste, leur nombre augmente tous les jours.

L'acide hydrocyanique , mis en contact avec le potassium , produit immédiatement le cyanure de potassium , parce que l'hydrogène se dégage.

Il y a beaucoup de cyanures solubles dans l'eau, du moins ceux de potassium, de sodium , de strontium, de calcium; mais il y a beaucoup de métaux qui forment des précipités insolubles. Les cyanures d'argent, d'or, de cuivre sont insolubles.

Les dissolutions des cyanures ont la réaction fortement alcaline.

Il est possible que les cyanures en dissolution dans l'eau la décomposent, s'emparent de son hydrogène, et passent à l'état d'hydrocyanates ;

il est possible aussi qu'ils restent à l'état de cyanures : on admettra, à volonté, l'une ou l'autre de ces hypothèses, qu'aucun fait ne combat. L'histoire des combinaisons de l'acide hydrocyanique est la même que celle des autres hydrocides ; on forme des cyanures ou des hydrocyanates. On peut admettre l'une ou l'autre théorie.

L'acide hydrocyanique est excessivement faible ; il est chassé avec la plus grande facilité de ses combinaisons par les autres acides, et même par l'acide carbonique. Cependant, il peut chasser à son tour l'acide carbonique ; cela dépend des quantités. Quand on met un acide minéral dans les hydrocyanates, comme l'acide hydrocyanique est volatil, il se répand dans l'atmosphère. Voilà un caractère important, parce que cet acide se distingue des autres par son odeur.

Mais le caractère particulier aux hydrocyanates et qui les distingue le mieux, est celui de donner dans les dissolutions ferrugineuses, auxquelles on ajoute un alcali si c'est nécessaire, un préci-

pité bleu. Ce précipité est ce que l'on appelle le bleu de Prusse.

Après avoir précipité l'argent, l'or, le fer, le cuivre de leurs dissolutions par des cyanures ou hydrocyanates, on peut redissoudre le précipité par un excès de cyanure ou d'hydrocyanate, et alors, on a de nouveaux produits dont nous allons parler. Celui qu'on obtient par le fer nous occupera surtout.

En versant du cyanure de potassium dans une dissolution de fer au minimum, on forme un précipité. En filtrant la dissolution, on a du cyanure de fer. Ce cyanure peut se dissoudre dans le cyanure de potassium : la liqueur est colorée en jaune, et l'on a une substance double que nous appellerons *cyanoferrure de potassium*. Nous dirons tout à l'heure comment on peut séparer les parties de ce composé.

En évaporant la dissolution de cyanoferrure de potassium, on a un sel d'un jaune doré, qui cristallise en tables carrées. D'après l'analyse faite par M. Berzelius,

Le cyanoferrure de potassium contient  $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ atomes de cyanure de potassium.} \\ 1 \text{ atome de cyanure de fer au minimum.} \\ \text{Plus, une certaine quantité d'eau.} \end{array} \right.$

Lorsque l'on décompose ce sel, par un moyen quelconque, de manière à pouvoir séparer le potassium, ou obtient un nouvel acide hydrogéné, un véritable hydracide. C'est M. Porrett qui, le premier, a isolé cet acide, en employant un sel à base de baryte.

M. Robiquet l'a obtenu pur, anhydre, par le moyen du bleu de Prusse, qui est un cyanoferrure de peroxide de fer. Il a versé de l'acide sulfurique concentré sur cette substance ; l'acide sulfurique a pris la place du nouvel hydracide. La séparation est facile ; l'hydracide se précipite en magma. On décante le liquide, et on lave plusieurs fois par l'acide hydrochlorique ; si on lavait avec de l'eau, on reformerait une partie du sel décomposé. On dissout ensuite dans l'alcool, on fait évaporer dans le vide, et l'on obtient des cristaux octaèdres blancs, ayant tout-à-fait les caractères des acides ; rougissant les cou-



leurs végétales; avant une saveur franchement acide, sans odeur, et neutralisant parfaitement les bases. Cet acide, que nous nommerons *hydrocyanoferrique*, ne contient pas d'oxygène : en le distillant, on obtient de l'acide hydrocyanique concentré, et point d'acide carbonique.

M. Berzelius l'a analysé : il a pris des combinaisons de cet acide avec des bases, et il a trouvé que

L'acido hydrocyanoferrique contient  $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ atomes de cyanogène.} \\ 1 \text{ atome de cyanure de fer.} \end{array} \right.$

Ainsi, voilà un nouvel acide dans lequel le fer entre comme élément. Il y a plusieurs autres acides analogues, c'est-à-dire dans lesquels d'autres métaux entrent comme éléments : on forme des acides *hydrocyano-argentique*, *hydrocyano-aurique*, *hydrocyano-cuprique*.

Cela posé, revenons aux sels formés par le fer : ils sont importuns comme réactifs dans nos laboratoires, et par leur emploi dans les arts.

Voici les caractères principaux de ces sels : l'acide carbonique ne les décompose pas ; les acides

puissans ne les décomposent pas non plus, excepté quelques cas particuliers. On peut les considérer en dissolution comme étant des hydrocyanoferrates, ou comme des cyanoferrures, cela est indifférent. Ceux qui sont solubles donnent dans les dissolutions de fer au minimum un précipité blanc, et dans les dissolutions de fer au maximum un précipité bleu. Ils ne font pas d'effervescence avec les acides, parce que celui qu'ils renferment n'est pas volatil.

L'hydrocyanoferrate de potasse, ou le cyanoferrure de potassium (prussiate de potasse), que nous supposerons obtenu pur, a une belle couleur jaune dorée, 100 parties d'eau en dissolvent 28 parties à la température ordinaire ; elles en dissolvent leur poids à la température de 100° : à l'air, il n'éprouve pas sensiblement d'altération. Quand on l'expose à l'action de la chaleur, il abandonne l'eau de cristallisation qui s'élève à 3 proportions, c'est-à-dire qu'il y a dans ce sel 5 atomes d'eau pour 1 atome de sel.

En le calcinant à une haute température, on en

sépare le cyanure de fer, et il reste le cyanure de potassium qui est fixe. Dans des vaisseaux clos, ce sel supporte une très haute température : si on le chauffe au contact de l'air, il se décompose très vite, et le carbone se convertit en acide carbonique ; si au lieu d'air il y avait de l'eau , on sentirait aussitôt une odeur forte d'ammoniac. Ces faits connus servent à diriger dans la fabrication du prussiate de potasse ; si l'on entretenait des courans d'air ou de l'humidité, il y aurait une perte considérable de sel par la décomposition.

Ce sel ne peut pas être décomposé immédiatement par les acides ; mais on le décompose facilement par l'oxide de mercure : ce métal a une grande affinité pour le cyanogène. L'oxide de mercure, mis dans une dissolution de cyanoferrure de potassium, la rend alcaline, et l'on obtient du cyanure de mercure.

Le cyanoferrure de potassium est employé pour reconnaître la présence des métaux, avec lesquels il donne des précipités de diverses couleurs.

Si l'on verse du cyanoferrure de potassium dans une dissolution de plomb, d'acétate de plomb, par exemple, on a un précipité blanc; si on lave ce précipité, et qu'on le traite par l'acide hydrosulfurique, le soufre se combine avec le plomb, et il reste en dissolution l'acide hydrocyanoferrique. Ce procédé, indiqué par M. Berzelius, est le plus simple de ceux qu'on connaît, et il donne l'acide plus pur.

En versant de l'acide tartrique en excès dans le cyanoferrure de potassium, on forme un bitartrate insoluble, et l'on isole aussi l'acide hydrocyanoferrique, mais il peut contenir de l'acide tartrique.

Si l'on verse du cyanoferrure de potassium dans une dissolution de fer au minimum, il se forme un précipité blanc qui est un cyanure de fer double. Il y a 1 atome de fer dans l'acide; en précipitant, il devrait y avoir 3 atomes de fer dans le nouveau sel; mais il n'en est pas ainsi: on a reconnu que le précipité contenait une certaine quantité de cyanoferrure de potassium..

Par les lavages, ce précipité devient bleu. Le chlore le rend bleu encore plus promptement : il s'empare de l'hydrogène de l'eau de cristallisation, et l'oxigène se porte sur le fer.

Dans les laboratoires, on prépare le bleu de Prusse en précipitant, comme nous venons de le dire, une dissolution de fer par le cyanoferrure de potassium, et en agitant dans l'air pour oxigèner. Dans cette opération, la plus grande partie de la potasse s'en va, et son cyanogène se combine avec le cyanoferrure de fer.

En versant du cyanoferrure de potassium dans une dissolution de fer au maximum, comme le fer contient  $1\frac{1}{2}$  atome d'oxigène pour i atome de fer, il prendra une quantité de cyanogène plus grande que celle que prend le fer au minimum :  $1\frac{1}{2}$  atome d'oxigène est remplacé par  $1\frac{1}{2}$  atome de cyanogène. Ainsi, il y a plus de cyanogène dans le précipité bleu que dans le précipité blanc ; du moins c'est là l'idée à laquelle il faut s'arrêter. Il reste encore plusieurs éclaircissemens à donner sur ces précipités, et nous

ne pouvons appliquer ici que la loi des analogies.

Le bleu de Prusse est un produit de l'art; on en fait un assez grand usage, et il est bon de considérer quelques-unes de ses propriétés. On le fait en général par le cyanoferrure de potassium, car toute l'opération se réduit à former cet acide. En le supposant pur, le bleu de Prusse ne doit contenir que du cyanoferrure de fer, ou du cyanure de fer; mais on le mêle dans les arts à l'alumine, et les fabricans y ajoutent de la craie et de l'amidon, afin de gagner davantage. Ce bleu peut être décomposé par la plupart des bases alcalines, par la potasse, la soude, la baryte, la strontiane, la chaux, l'ammoniaque; il suffit de verser quelques gouttes d'alcali sur ce bleu pour le faire changer tout à coup de couleur : il y a un précipité, mais le fer retient opiniâtement du cyanogène.

Dans les laboratoires, on obtient du cyanoferrure de potassium, de sodium, de barium, etc., en traitant le bleu de Prusse par ces bases; si l'on

traite ensuite par l'acide sulfurique, on reproduit du bleu de Prusse.

Le bleu de Prusse, soumis à l'action de la chaleur, se décompose et donne de l'ammoniaque. Il est difficile d'avoir le bleu de Prusse anhydre : ce cyanure desséché donne toujours de l'eau, du carbonate d'ammoniaque, des produits oxigénés. Cela fait voir que le bleu de Prusse doit être considéré comme un hydrocyanate de fer, ou comme un cyanure double, combiné avec de l'eau. En le soumettant à une température de  $200^{\circ}$ , on ne le dessèche pas, et à  $300^{\circ}$  il y a décomposition, et l'on ne sait pas si l'eau que l'on recueille est produite par la dessiccation ou par la décomposition.

Parmi les divers cyanoferrures, celui de barium contient 3 atomes d'eau ; il est très peu soluble. Celui de calcium renferme 12 atomes d'eau ; celui de plomb en renferme 5, qu'il perd à  $100^{\circ}$  de chaleur, et voilà pourquoi on le prend pour le décomposer, et reconnaître la nature de l'acide hydrocyanoferrique.

Gmelin a fait passer, dans une dissolution de cyanoferrure de potassium, un grand courant de chlore, et à l'instant toute la liqueur est devenue brune. Il fit passer ainsi du chlore jusqu'à ce que tout le cyanoferrure de potassium soit détruit, ce que l'on reconnaît facilement; car tant qu'il y a du cyanoferrure de potassium, on obtient du bleu par la dissolution de fer au maximum. Une fois qu'il fut sûr d'avoir tout décomposé, il arrêta l'opération, et soumit le liquide à l'évaporation : il obtint un sel d'une très belle apparence, qui demande à être cristallisé plusieurs fois. Ce sel est d'un beau rouge ; il est bien transparent, et on l'a désigné par le nom de *cyanoferrure de potassium rouge*. Il est en cristaux bien déterminés : ce sont des aiguilles quadrangulaires. Il a une solubilité assez grande : 4 parties d'eau en prennent 1 de ce sel à froid. Il est peu soluble dans l'alcool et point dans l'alcool absolu. Il renferme les mêmes élémens que le cyanoferrure de potassium, qui sur



100 parties contient } 35,89 de potassium.  
                                  } 16,49 de fer.  
                                  } 47,62 de cyanogène.

Il n'y a pas non plus d'oxigène dans ce sel.

Il est anhydre; il est analogue au sel avec lequel il a été formé ; il n'en diffère que par les proportions.

En dissolution dans l'eau, ce nouveau sel donne une couleur rougeâtre, et avec les dissolutions de fer au minimum, il donne le bleu de Prusse immédiatement, tandis que le ferrocyanure de potassium ne donne le bleu qu'avec les dissolutions de fer au maximum : voilà un caractère remarquable. Il faut admettre qu'il contient davantage de cyanogène que le cyanoferrure de potassium. L'acide qu'il renferme n'a pas été analysé.

Le cyanogène forme un très grand nombre de combinaisons ; en voilà déjà plusieurs que nous venons de signaler : nous allons en parcourir d'autres.

Il y a deux espèces de sels auxquels on a

donné le nom de *cyanates*, parce qu'en effet, il y a deux espèces de combinaisons du cyanogène avec l'oxygène. Ce n'est pas que l'oxygène entre dans des proportions différentes : il paraît seulement qu'il est combiné différemment. L'analyse laisse sur ce point quelque chose à désirer.

Les mêmes élémens, dans les mêmes proportions, donnant des composés de nature diverses, peuvent faire présumer aussi que le mode de combinaison entre ces élémens n'est pas le même.

Il ne peut pas y avoir de mode dissemblable de combinaison entre deux corps ; mais il peut en être autrement entre trois corps, et à plus forte raison entre quatre corps. Que vous ayez deux corps A et B ; en les combinant ensemble, vous aurez toujours le même résultat AB. Si vous avez trois corps A, B et C, vous pouvez former plusieurs modes de combinaisons : vous pouvez d'abord combiner A avec B, ou A avec C, ou même B avec C, et ensuite combiner le com-

posé binaire AB, ou AC, ou BC avec le troisième corps.

Dans la combinaison du cyanogène avec l'oxygène, il peut en être ainsi. Nous avons trois corps, le carbone, l'azote et l'oxygène ; ils peuvent former des combinaisons binaires différentes, et donner par conséquent des produits ternaires différens.

Quoi qu'il en soit, un des composés du cyanogène et de l'oxygène avec une base a été nommé *cyanate*. M. Vauquelin et un autre chimiste ont reconnu qu'il se formait réellement de l'acide cyanique.

Si l'on fait passer du cyanogène sur du carbonate de potasse à une chaleur rouge, il se forme du cyanate de potasse.

En prenant un mélange de parties égales de cyanoferrure de potassium que l'on a desséché et de peroxide de manganèse, en broyant le tout ensemble, en en remplissant une cornue que l'on fait chauffer au rouge obscur, en traitant ensuite la masse par l'alcool, on obtient

un sel qui s'y dissout, et qui, par le refroidissement, se précipite en petites paillettes blanches ; c'est là le cyanate de potasse.

Analysé par M. Wöhler, ce sel contient 1 atome de cyanogène et 1 atome d'oxigène, combinés avec 1 atome de base.

Ce sel, dissous dans l'eau et versé dans les dissolutions métalliques, donne des précipités qui sont des cyanates; et ils contiennent tous 1 atome de cyanogène, 1 atome d'oxigène et 1 atome d'oxide.

Nous avons une autre espèce de cyanates, dans lesquels il y a une base combinée aussi avec 1 atome de cyanogène et 1 atome d'oxigène ; mais pour éviter la confusion et en attendant de nouvelles recherches, nous les nommerons *fulminates*, et nous appellerons l'acide qu'ils renferment *acide fulminique*.

Dans cette espèce de cyanates, on distingue le fulminate de mercure qui sert à faire des amorces, et le fulminate d'argent, qu'il ne faut pas con-

fondre avec l'argent fulminant qui est un *ammoniaque d'oxide d'argent*.

On prend 45 grammes d'acide nitrique concentré à 1,36 de l'aréomètre de Beaumé; on y dissout une pièce d'argent de 10 sous; quand la dissolution est faite, on y ajoute 60 grammes d'alcool à 0,85 : l'alcool agit aussitôt. Il se produit une ébullition; on retire le vase du feu; il se dépose une poudre qui est le fulminate d'argent, et l'on en obtient un poids égal à celui de la pièce de monnaie. Rien n'est plus facile que de le préparer. On doit n'employer qu'une chaleur douce. (Ceux qui voudront connaître plus amplement les fulminates consulteront les *Annales de Chimie*.)

On n'a pas pu obtenir isolément l'acide fulmique, c'est-à-dire la substance acide que l'on imagine combinée avec l'oxide d'argent dans le fulminate.

Cette matière fulmine si facilement qu'on ne doit y toucher qu'avec la plus grande précaution. Les bonbons chinois contiennent une molécule

de ce fulminate avec un peu de sable ; en déchirant le papier, en le tirant, cette molécule fulmine.

En jetant un peu de sable sur une très petite partie de fulminate d'argent, il y a détonation. Cette poudre est dangereuse : les bonbons chinois ont causé des accidens. 1 décigramme de fulminate qui détonerait sur la main blesserait. On a mis environ 20 grammes de fulminate sur une planche légèrement supportée par ses extrémités, suspendue pour ainsi dire en équilibre ; on a mis le feu au fulminate par une mèche, afin d'avoir le temps de se retirer. Il en est résulté une détonation considérable : la planche n'a pas bougé de place, et elle a été percée d'un trou comme aurait fait un boulet. Ainsi, l'action de ce fulminate doit être considérée comme celle d'un mobile animé de la plus grande vitesse. Pour préparer cette matière, il faut prendre les plus grandes précautions. On peut la broyer avec un bouchon de liège ; mais s'il se rencontre un grain de sable, un peu de verre pilé, il y a détonation. On ne pourrait pas même l'écraser entre les doigts, s'il

se trouve du sable ou du verre pilé, sans le faire fulminer.

Quelle est la nature de cette substance singulière? Quels sont les élémens qui produisent la détonation?

En mêlant le fulminate d'argent avec de l'oxide de cuivre que l'on met en grande quantité ; en mêlant, par exemple, 1 déeigramme de fulminate avec 25 grammes d'oxide de cuivre, on obtient, par la combustion, des fluides élastiques dans les rapports suivans :

2 volumes de vapeur de carbone,  
1 volume d'azote ;

par conséquent, nous voyons que l'azote et le carbone sont là dans le même rapport que dans le cyanogène. En recueillant tous les produits, on trouve qu'il ne se forme pas d'eau : donc l'acide que nous imaginons être dans le fulminate ne contient pas d'hydrogène. On trouve en même temps que le carbone et l'azote représentent tout ce qu'il y a dans le fulminate, moins l'oxide

d'argent, et une portion d'argent qui semble manquer.

On a facilement la quantité d'argent qui se trouve dans le fulminate en traitant par l'acide hydrochlorique, qui décompose le fulminate instantanément, et sans que l'on ait à craindre de détonation. Il se dégage une odeur forte, repoussante, d'acide hydrocyanique qui se forme dans cette circonstance. On peut après cette décomposition prendre le poids de l'argent.

Sur 100 parties de fulminate d'argent, on trouve

72,187	d'argent,
5,341	d'oxygène.

Total . . . . 77,528 parties étrangères à l'acide,

Par la première analyse, on trouve que 100 parties de fulminate donnent 17,160 de cyano-gène.

Il y a donc une perte de 5,312 pour aller à 100 ; mais cette perte ne peut pas être de l'eau, puisque l'analyse par l'oxide de cuivre n'en a pas fait connaître.



Nous admettrons que dans le fulminate, il y a un acide particulier formé de 1 atome de cyanogène et de 1 atome d'oxigène, et nous formerons ainsi le nombre 100.

En traitant le fulminate d'argent par le cyanure de potassium, on le décompose en partie ; la moitié de l'argent est précipitée, et il se forme un sel particulier.

On prépare le fulminate de mercure en traitant le mercure par l'acide nitrique et par l'alcool.

On a des fulminates avec toutes les bases en séparant l'argent et en y substituant d'autres substances. Ainsi, la propriété de fulminer ne peut pas dépendre du peu d'affinité de l'oxigène pour la base. On en fait avec la baryte qui détone très bien. (Pour connaître les fulminates, je renvoie aux *Annales de Chimie*.)

Nous ne saurions épuiser toutes les combinaisons du cyanogène. Nous citerons cependant celle qu'il forme avec le soufre.

En fondant ensemble 2 parties de cyanoferrure de potassium et 1 partie de soufre, on forme une

nouvelle substance, le *cyanosulfure de potassium* , qui donne l'acide hydrocyanosulfurique. Le fer du cyanoferrure de potassium s'unissant avec du soufre, se sépare du nouveau composé.

Le cyanogène se combine avec le chlore, avec l'iode. Enfin, le nombre des acides formés par le cyanogène est extrêmement grand, et il s'accroît tous les jours. Nous terminerons son histoire par quelques réflexions sur la fabrication du bleu de Prusse.

En général, pour fabriquer le bleu de Prusse, on calcine des matières animales avec de la potasse. Cette calcination se fait diversement, selon les ateliers. En France, on opérait naguère assez mal, et l'on était obligé de tirer une grande quantité de bleu de la Prusse, où la fabrication en a d'abord été assez perfectionnée. En calcinant la matière animale avec de la potasse, l'eau qu'elle contient décompose le cyanoferrure de potassium qui se forme, et l'on perd beaucoup de matière. Le procédé qui donne davantage de produit, consiste à prendre des charbons de matière ani-

male, ou des matières animales calcinées dans de vastes chaudières, qui fournissent un charbon azoté sans humidité, et à mêler ces charbons avec la potasse, dans des fours à réverbère; on détermine la fusion du carbonate de potasse, qui demande une chaleur assez élevée. S'il ne se trouvait pas de fer pendant cette calcination, on n'aurait que du cyanure de potassium ; mais comme on se sert d'outils de fer pour remuer la matière, que dans le four il y a des plaques de fer, il se forme du cyanoferrure de potassium. On remarque que les ustensiles de fer sont promptement rongés dans cette fabrication.

La grande attention qu'il faut avoir dans cette opération, c'est de faire fumer le four : s'il s'établissait un trop grand courant d'air, on aurait ce que l'on appelle *un feu oxidant*, et une partie du cyanoferrure serait décomposée. Quand le courant d'air fait fumer le four, on a un feu désoxidant. La fumée prouve que l'oxygène n'était pas en assez grande quantité pour tout brûler, et que par conséquent il n'a pas pu se porter sur la

matière en fusion. Beaucoup d'opérations des arts dépendent de la circonstance d'un four fumant ou non fumant. Quand celle dont nous parlons est terminée, on coule la matière, on lessive, et l'on précipite des dissolutions de fer au maximum par le cyanoferrure de potassium que l'on a obtenu. Les fabricans ajoutent de l'alun, de la craie, de l'amidon même, au précipité.

Je m'empresse maintenant de vous parler des produits immédiats des matières animales. Je ne m'arrêterai pas sur leur classification ; je dirai seulement que nous allons étudier la matière *fibrineuse* ou la *fibrine*, la *gélatine* ou *colle-forte*, l'*albumine*, la *matière caséuse*, l'*urée*, la *matière colorante du sang* et le *sucre de lait*. Il y a encore d'autres produits que nous aurons occasion d'examiner en étudiant ceux-là.

Ce que l'on désigne par le nom de *fibrine* est un produit immédiat très répandu : il existe dans le chyle, dans le sang, et constitue la fibre musculaire. En lavant la fibre musculaire, on obtient une matière décolorée qui est la fibrine ; mais

elle n'est pas pure. On l'obtient plus pure en prenant du sang liquide : si l'on agite le sang avec un balai, il s'y attache des filamens irréguliers de fibrine ; si on lave ces filamens, ils perdent leur couleur, et la matière est d'un blanc grisâtre. La fibrine est encore là, mêlée à une matière grasse, que l'on enlève par l'alcool ; alors on a une substance solide, blanche, sans forme cristalline. En général, les matières animales affectent peu les formes régulières, les formes déterminées. La fibrine est insipide, inodore ; sa densité est plus grande que celle de l'eau ; elle est insoluble dans l'eau froide ; l'eau chaude la raccornit et en dissout à force de la faire bouillir. Il se dissout une petite quantité qui se précipite par l'évaporation. Les alcalis faibles ont peu d'action sur elle : les alcalis concentrés dissolvent toutes les matières animales. L'acide acétique peut être considéré comme le dissolvant de la fibrine : elle se gonfle dans cet acide, et finit par s'y dissoudre.

L'acide hydrochlorique se combine avec la fi-

brine; il se combine d'ailleurs avec la plupart des matières animales. Si l'on met un excès d'acide hydrochlorique, on a une combinaison acide.

L'acide sulfurique l'altère et produit diverses substances dont une, la *leucine*, paraît nouvelle. Elle a été découverte par M. Braconnot.

L'acide nitrique jaunit la fibrine ; il forme de l'acide oxalique, et une matière en flocons jaunâtres qui n'est pas même comme dans sa nature.

La fibrine étant abandonnée à elle-même dans l'eau, entre en putréfaction comme toutes les matières animales, et se détruit entièrement. Quand on soumet les cadavres à l'action de l'eau, ils se décomposent : la partie osseuse reste, et la partie musculaire est entraînée. Mais il y a dans un cadavre des matières grasses qui sont de leur nature inaltérables ; aussi trouve-t-on, après la décomposition des cadavres, une plus ou moins grande quantité de matière grasse, et l'on a cru long-temps que cette matière grasse était le résultat de la décomposition.

D'après cette idée, en Ecosse on mettait les chairs des animaux dans la terre, et l'on obtenait en effet des matières grasses, mais pas autant que l'on pensait en recueillir. Le phénomène mieux analysé a fait voir que les chairs musculaires ne se transforment pas en graisse, et qu'on ne pouvait avoir que celle qui était disséminée dans la fibrine. Ainsi, nous nous formerons cette idée de la décomposition des matières animales, que la fibrine est détruite et que la matière grasse se retrouve. Cependant la matière grasse éprouve une espèce d'altération. En fouillant dans les cimetières, ce que l'on y trouve, le *gras des cadavres*, n'est plus la matière grasse ordinaire ; c'est une matière saponifiée par l'ammoniaque que produit la putréfaction. L'existence de ce gras des cadavres n'est pas due à la décomposition de la fibrine, mais à la graisse qui existait avant la putréfaction.

La fibrine est très riche en carbone.

100 parties de fibrine con-	}	53,36 carbone.
tiennent . . . . .		19,69 oxygène.
		7,02 hydrogène.
		19,93 azote.

Connaissant les élémens de la fibrine, on a cherché à voir s'ils ne pouvaient pas former des combinaisons définies; on a trouvé, par cette recherche, que la fibrine était composée d'oxygène et d'hydrogène dans les proportions pour former l'eau, et d'azote et d'hydrogène dans les proportions pour former l'ammoniaque. Je cite cet exemple pour montrer à quelles spéculations on peut se livrer relativement à la composition des matières animales. D'après ces spéculations, on est porté à croire que ces substances sont le produit de proportions définies entre leurs élémens; et si, dans les analyses, on n'obtient pas exactement des proportions définies, on l'attribue à l'impureté des matières animales.

La fibrine, caractérisée par son insolubilité dans l'eau, est comme la fibre ligneuse des vé-



gétaux : toutes deux forment une infinité de petits canaux.

La *gélatine* ne fait pas partie des liquides des animaux ; elle se trouve dans les parties molles ou solides, ou, pour mieux dire, ces parties contiennent de quoi la produire.

Elle existe dans la chair musculaire, et surtout dans la peau qui se réduit en colle ; dans les cartilages , les membranes : elle forme plus des deux cinquièmes des os.

Elle s'obtient en faisant bouillir la peau d'un animal avec de l'eau , ou bien en faisant bouillir les os en les soumettant à une température élevée. On peut aussi enlever le phosphate de chaux et les autres substances par des acides, et l'on a pour résidu une matière qui se transforme en gélatine en la faisant bouillir dans l'eau.

La gélatine est transparente , blanche : sa couleur doit être attribuée à une altération. La colle de poisson donne une gélatine tout-à-fait blanche. Elle n'a pas d'odeur sensible; sa saveur est très faible. Elle est soluble dans l'eau, mais beaucoup

plus à chaud qu'à froid. Dans l'eau chaude, elle forme toujours une gelée plus ou moins forte ; par le refroidissement, 2 parties de gélatine dans 100 parties d'eau forment une gelée.

La gélatine n'est pas soluble dans l'alcool; cependant l'alcool ne la précipite qu'en partie. Elle n'est pas précipitée par les acides ni par les alcalis.

Le chlore altère très promptement la gélatine ; elle se change en une espèce de membrane : c'est une combinaison du chlore et de la matière animale altérée. Si l'on examine le liquide, il contient une grande quantité d'acide hydrochlorique : le chlore s'est emparé de l'hydrogène de la gélatine.

En faisant bouillir long-temps 2 parties d'acide sulfurique contre 1 de gélatine , il se produit, d'après M. Braconnot, une matière sucrée qui cristallise, et qui est moins soluble que le sucre ordinaire; mais cette matière sucrée n'est pas le sucre ordinaire, car elle est azotée, et donne de l'ammoniaque par la distillation; ensuite elle ne

fermente pas, et ne peut être convertie en sucre par aucun procédé.

La gélatine est formée de la manière suivante :

100 parties contiennent	}	47,68 de carbone.
		27,21 d'oxygène.
		7,91 d'hydrogène.
		17,00 d'azote.

Pour préparer la colle-forte, on prend des rognures de peaux, de gants, de parchemins; des sabots et des oreilles de chevaux, de bœufs, de veaux, de moutons, et l'on fait bouillir toutes ces matières dans l'eau. Ou bien on prend des os que l'on traite par l'acide hydrochlorique, qui enlève le phosphate et le carbonate de chaux et toutes les matières salines, et qui laisse une substance flexible ; on la fait bouillir dans l'eau, et l'on a également de la colle.

On prend aussi, pour avoir de très belle colle, la vessie natatoire des poissons, surtout celle de l'esturgeon, et l'on en enlève la membrane extérieure. Cette vessie, coupée et desséchée, se

dissout dans l'eau bouillante, et donne une colle très blanche.

On prépare aussi une colle en faisant bouillir la tête, la queue et les mâchoires de quelques baleines ; mais cette colle est moins belle que la précédente.

Il y a quelques précautions à prendre dans la fabrication de la colle-forte. Il ne faut pas chercher à cuire au-delà de  $100^{\circ}$  ; à une température plus élevée, la gélatine s'altère et ne colle plus. Quand on fait bouillir trop long-temps, la colle ne fait plus une gelée si intense. Il est indispensable de n'employer que des matières non putréfiées ; dans l'été, la colle tourne si l'on a employé des matières qui ont un commencement de putréfaction.

Si l'on cuit à des températures trop élevées, il se produit une espèce de savon, et l'on obtient une matière assez nourrissante, mais qui n'est pas de bonne colle. En mettant les os dans la marmite de Papin, et chauffant à  $150^{\circ}$ , on les retire en matière terreuse, et ils se brisent avec

les doigts : la matière animale est dissoute dans l'eau; mais si l'on fait évaporer, on aura une substance qui ne collera pas.

Les tablettes de bouillon ne sont formées que de gélatine. Quoiqu'elles ne valent pas un bouillon frais, elles peuvent cependant être très utiles dans quelques circonstances.



# COURS DE CHIMIE

---

## SOMMAIRE.

Fibrine. — Albumine. — Action singulière de l'acide phosphorique sur cette substance. — Caséum. — Urée. — Sa formation artificielle. — Matière colorante du sang. — Sucre de lait. — Corps gras du règne animal. — Cétine. — Éthal. — Butyrine. — Acides butyrique, caproïque et caprique. — Hircine. — Acide hircique. — Cholestérine. — Acide cholestérique. — Acide urique et rosacique. — Pyro-urique. — Purpurique. — Du sang. — L'urée, la stéarine, l'oléine, la cholestérine y existent, et sont seulement séparées par les divers organes. — Liquides animaux alcalins. — De la bile. — Picromel. — Mucus. — Il paraît être différent dans diverses humeurs. — Humeur aqueuse et vitrée. — Lactate de soude. — Liquides animaux acides. — De la sueur. — Elle doit son acidité à l'acide lactique. — Du lait. — De l'urine. — Calculs urinaires. — Calculs d'acide urique. — D'oxalate de chaux ou mural. — De phosphate de chaux. — De phosphate ammoniacomagnésien. — Calcul fusible. — Calcul cystique. — Tissu musculaire. — Des cheveux, — des poils, — des ongles. — Du cerveau. — Il contient du phosphore. — Des os. — De

l'ivoire. — Des dents. — Des coquilles. — De la respiration, — L'air expiré contient de l'acide carbonique. — Il y a de l'eau formée dans la respiration, et la quantité d'azote est augmentée. — L'action de l'oxygène s'est portée sur la matière colorante du sang; il y a dans cette fonction une très grande quantité de chaleur perdue, et dont on ne peut assigner l'emploi.

L'étude des animaux nous offre un grand nombre de produits différens, mais que l'on est parvenu à classer, et dans lesquels on reconnoît un certain nombre de substances que l'on désigne par le nom de matériaux immédiats des animaux. Un de ces produits, et celui par lequel nous avons commencé leur étude, est la *fibrine*, qui forme, pour ainsi dire, la base de tous les organes des animaux. Cette matière renferme de l'azote, et se distingue par son insolubilité dans l'eau froide, et même dans l'eau chaude, qui ne l'altère que très peu et n'en extrait qu'une très petite quantité de matière : on peut la comparer, sous ce rapport, à la matière *ligneuse* des végétaux. Cette fibrine a la propriété de contracter des combinaisons avec les acides et avec les alcalis. Lorsqu'on la traite par les acides acétique, hydrochlorique, sulfurique, nitrique, qu'on la fait



digérer à froid dans ces acides, il se produit une combinaison fortement acide, et qui est soluble dans l'acide acétique. Ce phénomène de dissolution se présente dans une foule de circonstances où la matière animale entre en combinaison avec les acides : c'est ce que l'on voit pour la matière caséuse, albumineuse.

La seconde matière que nous avons étudiée est la gélatine, matière qui n'existe pas dans les animaux, mais qui est faite particulièrement avec les membranes, le tissu cellulaire, et des substances qui se trouvent dans les parties solides. Les parties liquides n'en fournissent point. Il suffit de l'ébullition pour l'obtenir. Elle est caractérisée par la propriété de se dissoudre dans l'eau chaude et de former, par le refroidissement, une gelée. Cette matière n'est pas précipitée de ses dissolutions dans l'eau par les acides ni par les alcalis.

Une autre substance que nous avons à examiner, toujours comme matière immédiate des animaux, est celle que l'on a désignée par le nom *d'albumine*, et qui se trouve pure ou à peu

près pure dans le blanc d'œuf. Cette matière est répandue dans l'économie animale : on la trouve dans le sang, dans l'eau des hydropiques, dans l'eau des vésicatoires, dans les ampoules, et, en un mot, dans les liquides sécrétés par les membranes séreuses. Voici quelles sont ses principales propriétés : l'albumine est un liquide visqueux, qui n'a pas de saveur sensible ni d'odeur.

Le blanc d'œuf a une réaction alcaline, parce qu'il contient du carbonate de soude ; mais on le purifie par l'alcool, qui s'empare du sel. L'albumine est de nature semblable dans tous les liquides où l'on peut la trouver. Mise en contact avec les acides, elle se coagule et forme des précipités, surtout quand on emploie des acides minéraux, comme les acides sulfurique, nitrique, hydrochlorique : si l'on ajoute ensuite de l'acide faible, le précipité peut disparaître en favorisant l'action par la chaleur ; mais si l'acide que l'on a d'abord mis était en quantité considérable, le précipité serait persistant ; il faut, pour qu'il se dissolve, que la combinaison soit pour ainsi dire neutre.

L'acide phosphorique et l'acide acétique ne précipitent pas l'albumine : cette exception est remarquable.

Mais si l'on prend l'acide phosphorique et qu'on le calcine dans un creuset, alors il précipite très abondamment l'albumine; et le même acide calciné, conservé quelques jours à la température ordinaire, ne précipite plus, sans qu'on puisse dire quel changement il a éprouvé.

Si l'acide acétique n'a pas la propriété de précipiter l'albumine, l'alcool la précipite très bien, et le précipité n'est plus soluble en étendant d'eau. Les molécules se sont agrégées, et ont formé un tout différent du premier seulement par l'arrangement des molécules ; il n'y a pas d'autre changement que celui qui résulte de la cohésion.

La propriété la plus caractéristique de l'albumine est de se coaguler par l'action de la chaleur; elle se racornit, et devient dure. L'air ne joue aucun rôle dans cette coagulation : ce fait n'est pas encore expliqué. Dans les matières animales qui ne cristallisent pas, on peut cependant ad-

mettre une certaine affinité entre leurs molécules; dans l'état liquide, cette affinité existe; la chaleur ne fait qu'exciter la cohésion, et de là résulterait la coagulation. Quand on veut combiner du soufre avec un métal, on est obligé de chauffer. On peut donc concevoir que l'action de la chaleur excite l'action réciproque des molécules de l'albumine.

Les alcalis ne coagulent pas l'albumine; ils la dissolvent, et l'on peut la séparer par le moyen des acides. L'ammoniaque a un pouvoir dissolvant excessivement faible; la potasse et la soude en ont un bien plus grand.

100 parties d'albumine	}	52,88 de carbone.
contiennent . . . . .		15,70 d'azote.
		23,87 d'oxygène.
		7,54 d'hydrogène.

La matière albumineuse, comme nous avons dit, se trouve particulièrement dans les œufs. Elle est susceptible de se conserver assez longtemps. Les œufs qui sont privés du contact de l'air ne s'altèrent pas; l'air pénètre à travers la coquille des œufs, et remplace l'eau que l'albu-

raine perd : pour empêcher à la fois l'évaporation et le passage de l'air, on a imaginé plusieurs moyens. Le plus efficace consiste à mettre les œufs frais dans un lait de chaux ; de cette manière, on les trouve encore frais au bout d'un an. On peut aussi les échauder, ce qui coagule l'albumine, l'empêche de diminuer de volume, et de donner accès à l'air dans l'intérieur de l'œuf.

L'albumine se coagule à  $72^{\circ}$  ; mais pour cela, il faut que sa dissolution soit concentrée jusqu'à un certain point. Si la dissolution était trop étendue, la liqueur se troublerait, mais les molécules, trop éloignées les unes des autres, ne pourraient pas se réunir.

L'acide nitrique forme des flocons dans l'albumine.

On emploie l'albumine pour la clarification des liquides. En mettant un blanc d'œuf battu avec un peu d'eau dans un liquide et en chauffant, il entraîne en se coagulant toutes les matières étrangères. On emploie aussi les blancs d'œufs pour clarifier les vins.

Le *caséum* ou la *matière caséuse* n'existe que

dans le lait des animaux, où il est en suspension avec la matière *butyreuse*. Pour l'obtenir, on peut s'y prendre de plusieurs manières. On abandonne le lait à lui-même ; il s'en sépare une couche jaunâtre ; c'est la crème qui renferme la matière butyreuse : le liquide est encore d'un blanc opalin, d'un blanc laiteux, couleur qui lui est donnée par le caséum que l'on en retire ; en jetant un peu d'alcool, il se forme une coagulation de la matière caséuse, Ou bien on abandonne le lait à lui-même ; il s'aigrit promptement dans les temps chauds, et l'acide coagule le caséum : un peu de vinaigre suffit aussi pour le coaguler. On met le caséum sur du papier brouillard, et l'on enlève l'eau par la pression. Toutefois, la matière caséuse ainsi obtenue contient un peu de matière butyreuse ; mais en traitant par l'éther on sépare la matière grasse, et l'on a le caséum dans son état de pureté.

Cette substance ainsi obtenue est molle, blanche, insoluble dans l'eau, et ressemble à l'albumine coagulée ; on a même comparé, sous d'autres rapports, ces deux substances l'une à

l'autre, et les différences assignées jusqu'à présent sont très faibles.

La matière caséuse se dissout dans les alcalis, dans les acides végétaux concentrés, dans les acides minéraux affaiblis. L'ammoniaque dissout très bien le caséum, tandis qu'elle ne dissout pas l'albumine. Les acides minéraux concentrés précipitent la matière caséuse, la chaleur ne la coagule pas.

Dans le lait, elle se coagule par les acides ; aussi quand le lait s'aigrit il y a coagulation, ce qui est dû à la formation d'un acide particulier, par suite de la réaction des élémens du petit-lait. Cet acide se forme promptement en été.

Les acides minéraux coagulent moins bien la matière caséuse dans le lait que les acides végétaux , parce qu'ils forment une combinaison en partie soluble : aussi le précipité est moins abondant quand on aigrit le lait par ces acides, que quand on l'aigrit par les acides végétaux.

Le caséum, combiné avec un acide minéral, peut en être séparé par le carbonate de baryte, de chaux , etc. ; il se fait une effervescence ; c'est

l'acide carbonique qui se dégage. En traitant ensuite par l'eau, le caséum se dissout, forme une matière gommeuse qui se réunit en pellicules.

Le caséum, abandonné à lui-même, éprouve une putréfaction qui n'est pas repoussante. Cette putréfaction forme le fromage, matière un peu compliquée, et donne naissance à un acide, l'acide *caséique*, qui a besoin d'être encore étudié.

La matière caséuse se distingue encore plus de l'albumine par sa composition, que par les caractères que j'ai indiqués.

100 parties de caséum	}	59,78 de carbone.
contiennent. . . .	}	21,38 d'azote.
	}	11,41 d'oxygène.
	}	7,43 d'hydrogène.

On voit que le caséum contient beaucoup plus de carbone et d'azote que l'albumine; et bien qu'on ne puisse pas se flatter d'avoir opéré sur des matières très pures, la différence n'en est pas moins réelle.

Une substance qui joue un rôle important dans



l'économie animale , et qui se trouve dans un liquide sécrété, est l'*urée*, principe caractéristique de l'urine.

L'urée est une substance azotée , blanche , cristallisant bien en lames carrées , oblongues, assez épaisses. C'est un exemple remarquable de cristallisation parmi les matières azotées ; elle est de toutes les matières animales la plus azotée. Sa saveur est fraîche, un peu piquante et un peu urineuse ; c'est elle qui donne à l'urine ses véritables caractères : elle se dissout dans l'eau , elle se dissout également très bien dans l'alcool , mais elle n'est pas soluble dans l'éther. Exposée à l'action de la chaleur, l'urée se décompose aisément , et se change pour ainsi dire en carbonate d'ammoniaque ; c'est du moins la matière animale qui donne le plus de carbonate d'ammoniaque. Abandonnée à l'air dans une dissolution très étendue d'eau, elle se décompose et se change aussi en carbonate d'ammoniaque.

Lorsqu'on verse dans une dissolution d'urée de l'acide nitrique, il y a combinaison immédiate , et il se forme un composé que l'on a

nommé *nitrate d'urée*, et dans lequel l'acide et l'urée sont en proportions définies.

L'urée forme aussi une combinaison définie avec l'acide oxalique. On peut faire cristalliser le nitrate et l'oxalate d'urée ; ces sels contiennent 1 atome d'acide et 2 atomes d'urée.

Pour obtenir l'urée, il faut évaporer l'urine jusqu'à consistance sirupeuse ; on a un liquide noir dans lequel on verse de l'acide nitrique : il se forme un précipité de nitrate d'urée qui est coloré ; on le recueille, on le presse entre des papiers absorbans, on le lave avec un peu d'eau, et on le presse de nouveau. On fait l'opération à froid ; à zéro, on a des nitrates d'urée blancs. On traite par le carbonate de potasse, on évapore ; on traite le résidu par l'alcool qui ne dissout que l'urée, et l'on fait cristalliser par l'évaporation de l'alcool.

L'urée présente un grand intérêt, parce qu'on est parvenu à la former de toutes pièces ; c'est la première matière animale que l'on forme ainsi. Wôlher, en décomposant du cyanate d'argent par du carbonate d'ammoniaque, a obtenu de

l'urée dans la dissolution, et il a vu que l'urée résultait de la combinaison de

1 atome d'acide cyanique,  
1 atome d'ammoniaque,  
1 atome d'eau.

Prout a trouvé le même résultat par l'analyse. Ainsi l'urée n'est que du cyanate d'ammoniaque avec 1 atome d'eau ; elle doit donc être considérée comme un véritable sel. Cependant, une fois qu'on l'a formée, on ne peut pas en séparer les diverses parties, sans doute à cause de la présence de l'eau.

L'urée contient { 1 atomes de carbone.  
2 atomes d'oxygène.  
4 atomes d'hydrogène.  
2 atomes d'azote.

Une autre substance que nous plaçons ici au nombre des matériaux immédiats des animaux, est la *matière colorante du sang*, qui a un emploi si important dans l'économie animale et dans les phénomènes de la respiration.

Cette matière colorante du sang peut être ob-

tenue de plusieurs manières. La plus simple est de laisser le sang en repos après en avoir séparé la partie fibrineuse; il se forme par le repos un dépôt de matière colorante.

Le sang, au sortir de la veine ou de l'artère, passerait à travers un filtre : les principes qui le constituent sont alors bien unis ou bien en dissolution ; mais peu à peu la fibrine et la matière colorante s'en séparent, soit parce qu'il se forme de nouveaux composés, soit que, sous l'influence de la vie, la fibrine et la matière colorante fussent tenues en dissolution.

Quoi qu'il en soit, on obtient la matière colorante à peu près pure par le procédé que nous venons d'indiquer, et qui est dû à M. Brande. Mais comme le sang contient de l'albumine, la matière colorante en se séparant en entraîne toujours avec elle.

M. Berzélius a proposé un autre procédé pour obtenir cette matière pure; le meilleur est celui de M. Vauquelin.

Il traite le caillot du sang par l'acide sulfurique ; il prend 4 parties d'acide qu'il étend de

8 parties d'eau, et il fait chauffer jusqu'à 50 ou 60° pendant plusieurs heures. Pourquoi cette action de la chaleur ? c'est que la matière albumineuse peut être dissoute par l'acide un peu fort ; de sorte que la matière colorante, qui n'est pas attaquée par l'acide ou qui résiste mieux, se sépare de la fibrine. Il filtre et sature ensuite l'ammoniaque : il se sépare une matière d'un rouge brun, qu'on lave jusqu'à ce que l'eau de lavage ne donne pas de précipité par l'eau de baryte.

La matière colorante obtenue par ce procédé se présente comme un précipité sans cohérence. Desséchée, elle paraît noire, et présente la cassure du jayet.

Elle se distingue par une couleur permanente qui est celle du sang ; elle est insoluble dans l'eau ; elle peut y être tenue en suspension , parce que sa densité diffère assez peu de celle de l'eau ; elle finit cependant par se précipiter. Si on la fait bouillir avec l'eau, elle éprouve une espèce de coagulation, et alors la suspension n'a plus lieu, elle se précipite.

La matière colorante est insoluble dans l'alcool, dans l'éther; mais elle est soluble dans les acides, et dans l'acide sulfurique surtout. Elle se dissout encore mieux dans les alcalis.

Pendant quelque temps , on l'a considérée comme devant sa couleur au fer; aujourd'hui on est bien convaincu que la couleur est due à la composition particulière de cette substance , et qu'il en est de la matière colorante du sang comme des matières colorantes qu'on extrait des végétaux. La matière colorante, obtenue par le procédé de M. Vauquelin, étant brûlée , se détruit complètement , et après l'avoir incinérée on ne trouve aucun atome de fer , tandis qu'on en trouve beaucoup dans le liquide acide qui l'avait enlevée du caillot. Cette seule expérience prouve que la matière colorante ne doit pas sa couleur au fer. On supposait autrefois que le fer qui était dans le sang, et qu'on n'avait pas cherché à séparer, y était à l'état de sous-phosphate.

Quand on a une dissolution de matière colorante du sang , on ne peut accuser la présence du fer par aucun moyen. M. Berzélius avait conclu

de là que le fer y était à l'état métallique , parce qu'il savait , par les expériences de M. Rose , que lorsqu'il se trouve du fer dans l'albumine , il n'est pas précipité ; mais si l'on met du chlore qui sépare l'albumine sous forme de flocons , on manifeste bientôt la présence du fer.

Nous remarquerons à cette occasion que beaucoup de matières animales albumineuses , et même la fibrine , ont la propriété d'empêcher la précipitation du fer par les agens ordinaires , à moins que le fer ne soit en grande quantité. C'est cette observation qui avait trompé sur la présence du fer dans la matière colorante.

Cette matière a la propriété de changer de couleur dans la respiration, et de passer du rouge foncé au rouge vif.

Il y a encore un principe immédiat des animaux , auquel on a donné le nom de *sucre de lait*, parce que c'est dans le lait qu'on le trouve. Quand le lait est aigri, et qu'on en a séparé la matière butyreuse et caséuse, on a le petit-lait : c'est ce liquide qui, étant clarifié avec un blanc d'œuf, puis évaporé, donne des masses considé-

rables de sucre de lait. On le prépare dans les pays où il y a d'abondans pâturages, et particulièrement en Suisse. Cette substance est blanche et cristallise parfaitement ; ses cristaux sont des prismes quadrangulaires, terminés par des pyramides à quatre faces. Elle sucre assez bien. L'eau en prend le dixième de son poids ; l'alcool en prend très peu. Ce qui distingue ce sucre du sucre ordinaire , c'est qu'il se change en acide mucique par l'acide nitrique , au lieu de se changer en acide oxalique , et qu'il n'a pas la propriété de fermenter. Le sucre de lait ne renferme pas d'azote.

Après les corps dont je viens de parler, nous avons à examiner une classe nombreuse de substances, que l'on désigne par le nom de *corps gras* ; mais heureusement, d'après l'étude que nous avons faite des corps gras dans l'analyse végétale, nous aurons peu de chose à en dire.

Les corps gras ne contiennent pas d'azote ; ils sont formés de carbone, d'hydrogène, et d'un peu d'oxygène ; ils sont presque tous composés de stéarine et d'oléine ; par conséquent , traités



par les alcalis, ils se saponifient et se transforment en acides stéarique, margarique et oléique.

Mais parmi les corps gras il en est qui présentent des caractères particuliers.

La substance que l'on trouve dans la tête des baleines, le *blanc de baleine*, que M. Chevreul nomme la *cétine*, est fournie aussi par d'autres poissons : elle est dissoute dans leurs huiles. Il suffit d'employer la pression pour la purifier. On l'exploite en grand, parce qu'on en fait des bougies extrêmement belles. Cette matière n'est pas la stéarine ni l'oléine ; en la fondant, elle cristallise très bien par le refroidissement ; en la dissolvant dans l'alcool, elle cristallise également bien. Elle est insoluble dans l'eau, et soluble dans l'alcool et l'éther.

100 parties de cétine con-	}	81,66 de carbone.
tiennent . . . . .		12,86 d'hydrogène.
		5,48 d'oxygène.

Elle entre en fusion à 48 ou 50°. Elle brûle de la même manière que la cire, et est employée pour l'éclairage. La cire, la cétine et le suif donnent à peu près la même quantité de lumière,

et il n'y a de différence entre ces substances, quant à l'éclairage, que celles que le luxe y trouve. Le suif a une odeur peu agréable ; il exige des mèches de coton plus fortes pour brûler ; on a souvent besoin de couper ces mèches charbonnées ; il tache les vêtements : voilà les inconvéniens que le luxe lui reproche , et c'est pour cela qu'il le repousse ; car relativement à la lumière fournie , il faut la mesurer , non sur la nature de la bougie , mais sur la plus grande quantité de matière qui aura été brûlée dans le même temps.

Indépendamment des propriétés dont nous venons de parler, la cétine se distingue encore par les résultats de sa saponification : elle donne les acides stéarique et oléique, et un produit particulier qui répond à la glycérine, en la traitant par la potasse.

L'*éthol* est un autre corps gras , insoluble , inodore , fusible à 50°. Il se distingue facilement, parce que les alcalis n'ont point d'action sur lui. Il est soluble dans l'alcool, et cristallise par le refroidissement.

La *butyrine* existe dans le beurre. En effet, le beurre, selon M. Chevreul, contient de la stéarine, de l'oléine et de la butyrine. On sépare la butyrine par l'alcool, parce qu'elle est plus soluble dans l'alcool que les deux autres substances ; on emploie l'alcool faible. La butyrine est une espèce d'huile ; sa densité est de 0,908. Elle ne se congèle qu'à zéro.

Quand on la saponifie, elle donne les acides stéarique et oléique, mais elle en donne encore trois autres : l'*acide butyrique*, l'*acide caproïque* et l'*acide caprique*. Il a fallu toute la sagacité et toute la patience de M. Chevreul pour parvenir à séparer ces acides qui forment des sels distincts. Ils sont tous les trois volatils, et se séparent des autres produits par la distillation. Ils sont liquides à la température ordinaire.

M. Chevreul a trouvé la *phocénine* dans l'huile de marsouin, de dauphin. Par la saponification, elle donne des produits analogues à la glycérine, de l'acide stéarique, oléique, et de l'acide phocénique.

M. Chevreul a extrait de la graisse de bouc

et de mouton une substance qu'il appelle *hircine*, et qui donne de l'*acide hircique*.

Enfin, M. Chevreul a trouvé , dans les calculs biliaires humains , une substance particulière qu'il a nommée *cholestérine*, laquelle forme l'*acide cholestérique*.

Nous aurions ici à considérer une classe de corps assez restreinte que l'on nomme *acides*; nous dirons seulement deux mots d'un acide qui est dans l'urine.

On trouve dans les urines l'*acide urique*, l'*acide rosacique*, et d'autres que nous ne nommerons pas. On forme même plusieurs âcides en traitant les acides de l'urine par l'acide nitrique.

L'urine fraîche est transparente, mais elle dépose au bout d'un certain temps une matière qui tombe au fond du vase où on la reçoit; c'est une espèce de sable : c'est l'acide urique. Il ne faut que ramasser le dépôt pour avoir cet acide. Malheureusement cet acide se dépose dans la vessie et y forme des calculs. On trouve aussi l'acide urique dans les excréments des oiseaux et dans ceux des sèpens.

Pour obtenir l'acide urique pur, on ramasse le sable qui se dépose dans l'urine, ou l'on prend les calculs uriques de la vessie, et on les dissout dans la potasse ; la dissolution s'en opère très aisément : on sature à peu près par la potasse ; on blanchit par le charbon animal ; on sature la liqueur par l'acide hydrochlorique, et il se forme un précipité abondant qui est l'acide urique. On le lave à l'eau froide, et il est dépouillé de toute matière colorante.

Dans cet état, c'est une poudre cristalline. Il est de nature animale, c'est-à-dire qu'il renferme de l'azote. Sa saveur est à peine sensible ; il rougit, mais faiblement, les couleurs bleues. Sa dissolution dans l'eau est excessivement faible ; il faut, d'après les expériences de Scheèle, 1720 parties d'eau froide pour dissoudre 1 partie de cet acide, et 1150 parties d'eau bouillante. En mettant une assez grande quantité d'eau dans l'urine, il n'y a pas de dépôt.

Cet acide se distingue par son insolubilité dans l'eau, sa solubilité dans l'alcool et dans les alcalis, comme la potasse, la soude, l'ammoniaque. Il

forme des combinaisons insolubles avec les acides métalliques.

Cet acide, soumis à la chaleur , se décompose en donnant du carbonate d'ammoniaque ; mais il se forme en même temps un acide particulier que l'on a nommé *l'acide pyrourique*.

Traité par l'acide nitrique , l'acide urique donne un autre acide qu'on appelle *acide purpurique*.

Dans nos leçons précédentes, nous avons nommé ou étudié à peu près tous les acides formés par le règne animal.

Voilà les principaux matériaux immédiats des animaux ; examinons maintenant les tissus et les liquides.

La première substance que nous aurons à étudier est le sang , liquide qui arrose toutes les parties des animaux, qui leur porte la nourriture , leur sert d'aliment.

Le sang , au moment où il sort des vaisseaux , est un liquide homogène , d'un rouge vermeil quand il est donné par les artères , et d'un rouge brun quand il est fourni par les veines. Il con-

tient principalement de l'albumine en quantité assez considérable, de la fibrine, et la matière colorante : les autres matières que l'on y trouve sont quelques sels, de l'urée, et quelquefois des matières grasses, mais passagèrement.

Les organes sécréteurs lui enlèvent les différentes substances qu'il contient, et qui nuiraient à la vitalité : telles sont les fonctions des reins , du foie.

La fibrine s'obtient facilement en agitant le sang qui se refroidit ; on obtient ensuite par le dépôt la matière colorante, et le liquide qui reste renferme la matière albumineuse.

Le caillot du sang est d'autant plus pur que le sang est plus liquide.

Le sang contient toutes les diverses matières qui sont dans l'urine, dans la bile , et toutes les matières qui sont sécrétées par différents organes. MM. Prévost et Dumas ont démontré qu'il y avait de l'urée dans le sang. L'urée est sécrétée lorsque le sang passe par les reins ; une expérience le prouve. En faisant l'ablation d'un des reins d'un chien , et en attendant la guérison pour

enlever l'autre, opération qui ne tue pas l'animal, comme il n'y a plus d'organe pour sécréter l'urée, le sang en contient beaucoup; l'animal en souffre, et finit par en mourir. Avant le retranchement des reins, le sang contenait très peu d'urée. Cette expérience démontre évidemment que le sang perd son urée dans les reins.

Les sels que l'on trouve dans l'urine se trouvent aussi dans le sang.

La stéarine, l'oléine, la cholestérine s'y rencontrent aussi; c'est le foie qui les sépare.

Nous ne nous arrêterons pas davantage sur cette idée extrêmement féconde, et nous passerons à l'étude d'autres substances.

Après le sang, nous avons à considérer les fluides des sécrétions, lesquels peuvent être distingués en deux espèces, les fluides alcalins et ceux qui ont une réaction acide.

La bile a une réaction alcaline; la salive, l'humeur de l'œil, les larmes sont de la première espèce.

L'urine, le lait, la sueur ont des caractères acides



La *bile* est une matière assez compliquée. Sa principale substance est une matière que M. Thénard a désignée par le nom de *picromel*, et qui se trouve dans la bile de la plupart des animaux. Sa couleur varie du jaune au jaune verdâtre ; elle est comme la partie essentielle de la bile. On y trouve aussi de la *cholestérine*, matière grasse, inflammable, qui cristallise très bien, et qui forme dans la vésicule du fiel, et dans les canaux hépatiques des concrétions d'un volume quelquefois considérable. Alors elles amènent la mort.

La cholestérine existe dans le sang en petite quantité ; elle est sécrétée par le foie. J'aurais dû vous parler de ses propriétés lorsque nous examinions les corps gras. Pour suppléer à cette omission, je dirai que la cholestérine est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther ; qu'elle est fusible à  $137^{\circ}$  : les autres matières grasses sont fusibles à une température moins élevée. Elle n'est pas saponifiable.

La bile renferme la cholestérine, mais elle n'en fait pas la partie essentielle ; c'est le picromel

qui caractérise la bile. Pour préparer le picromel, M. Thénard ajoute une certaine quantité d'acétate de plomb à la bile ; il se forme un précipité de diverses substances , et il reste en dissolution le picromel ; après avoir filtré la liqueur , il la précipite par le sous-acétate de plomb , et il décompose par l'hydrogène sulfuré. Le sulfure de plomb se précipite, et le picromel reste.

M. Berzélius le prépare autrement. Il verse un peu d'acide sulfurique ; il se forme un précipité jaune ; il filtre ; il ajoute une nouvelle quantité d'acide , et il obtient un précipité abondant. Il le lave , et le traite par le carbonate de baryte, de strontiane ou de chaux , pour enlever l'acide sulfurique ; il traite enfin par l'alcool, et il a le picromel dans l'état de pureté.

Cette substance n'est pas azotée. Elle est soluble dans l'eau , dans l'alcool ; elle n'est pas soluble dans l'éther. Elle se combine avec l'acide sulfurique qui la précipite , comme vous venez de voir ; mais elle forme deux combinaisons, l'une avec excès d'acide qui est insoluble, et l'autre neutre qui est soluble.

La bile renferme outre cela une petite quantité de carbonate de soude, qui lui donne la réaction alcaline.

Le picromel a la propriété de s'unir aux corps gras, aux huiles, et d'en favoriser la dissolution. C'est pour cette cause que la bile de bœuf est recherchée comme savon, parce que d'ailleurs elle n'attaque pas les couleurs, surtout les couleurs qui ne peuvent pas supporter le savon ordinaire.

La bile renferme toujours une autre matière que nous désignons par le nom de *mucus*, et qui la rend filante et épaisse. Le mucus peut être précipité par un peu d'acide nitrique (nous prenons ici pour type la bile de bœuf) ; c'est la paroi intérieure de la vésicule du fiel qui donne le mucus.

On donne le nom de *mucus* à plusieurs substances qui n'ont pas une nature identique, et qui en général sont gluantes et quelquefois liquides. On a donné le nom de mucus à la matière expectorée dans le rhume, à toutes les matières sécrétées par les membranes muqueuses ;

tel est le mucus du nez. Toutes ces substances varient de nature, suivant les fonctions qu'elles doivent remplir. Le mucus est ordinairement employé à lubrifier les membranes qui le produisent ; cette matière, qu'elle soit liquide, épaisse ou visqueuse, ne se dissout pas dans l'eau et tombe au fond ; elle est transparente et on la sépare de l'eau en filtrant. C'est là le caractère le plus essentiel des mucus que nous pouvons citer. Quand ces matières ont été desséchées artificiellement, en les mettant dans l'eau, elles se gonflent beaucoup sans se dissoudre.

La matière des mucus n'est pas coagulable par l'action de la chaleur ; elle est soluble dans l'alcool, quelquefois dans les acides ; d'autres fois elle est insoluble dans les acides et dans les alcalis. Jusqu'ici son caractère le plus important est son insolubilité dans l'eau,

On considère comme étant des mucus certaines parties solides des animaux : les poils, les ongles, les sabots, les cornes. Ce sont en effet des matières insolubles dans l'eau; la corne s'y ramollit sans s'y dissoudre. L'analyse chimique

pourrait seule constater la ressemblance de ces substances avec le mucus; mais elle n'a pas encore été faite ; en attendant, on les considère comme étant des mucus fortement agrégés.

On peut obtenir le mucus contenu dans l'urine en la laissant reposer ; il se forme des flocons filamenteux de mucus qu'on peut séparer ; mais le meilleur moyen est de filtrer ; le mucus reste sur le filtre.

Il faut distinguer le mucus du *pus*, qui est produit par l'altération des matières animales. Le pus se dissout dans l'eau , le mucus ne s'y dissout pas ; voilà un caractère.

Dans l'œil il y a divers liquides, l'humeur vitrée , l'humeur aqueuse ; l'eau fait les 0,98 de ces liquides qui contiennent un peu d'albumine, et des matières salines parmi lesquelles on remarque le lactate de soude.

On trouve presque partout le lactate de soude ; il y en a dans le sang , dans l'urine, dans tous les liquides que nous pourrions citer, dans les humeurs de l'œil, dans la sueur. Il peut être obtenu facilement, parce qu'étant déliquescent, il est très

soluble dans l'alcool. En traitant la matière musculaire par l'alcool, on en extrait du lactate. Si l'on broie le cristallin avec de l'eau, on a une dissolution qui donne quelque coagulation par la chaleur, et qui contient des sels au nombre desquels est le lactate.

Les liquides acides sont la transpiration, le lait, l'urine.

On croyait que la transpiration était acide par la présence de l'acide acétique; mais M. Berzélius attribue cette acidité à l'acide lactique. En recueillant quelques gouttes de sueur, il y a reconnu des chlorures de sodium et l'acide lactique. Il observe avec raison que la sueur exposée à la chaleur devrait perdre son acidité si cette qualité dépendait de l'acide acétique, tandis que celle ne la perd pas. La sueur renferme d'autres substances que des sels.

Le lait manifeste son acidité en y plongeant un papier teint avec le tournesol; ce papier rougit, et cette action est due à l'acide lactique. Le lait renferme la matière butyreuse, caséuse, le sucre de lait, substances dont je n'ai pas besoin

de rappeler les propriétés, et plusieurs sels qui tous sont à base de potasse. Ces sels sont le phosphate de potasse, l'acétate de potasse, le lactate de potasse. Scheele avait déjà rendu sensible la présence de la potasse dans le lait par l'acide tartrique. La matière caséuse renferme une quantité assez considérable de phosphate de chaux ; Scheele, en examinant un caséum, avait trouvé  $\frac{1}{10}$  de phosphate de chaux ; M. Berzelius en a trouvé moitié moins. Le lait qui sert de nourriture aux jeunes animaux doit renfermer ce qui peut solidifier les os.

La densité du lait est plus grande que celle de l'eau.

L'urine, suivant M. Berzelius, renferme des acides libres, parmi lesquels se trouve l'acide phosphorique ; ces acides sont nécessaires pour tenir en dissolution le phosphate de chaux. Mais le principe essentiel de l'urine est l'urée, et nous avons indiqué comment on pouvait l'obtenir. L'urine, abandonnée au repos, laisse déposer cette matière sablonneuse qui est l'acide urique, laquelle devient rouge, et dont les grains aug-

mentent à mesure que l'urine reste plus de temps abandonnée à elle-même ; il se forme ensuite de l'ammoniaque, et dans quelques cas particuliers des sels ammoniacaux magnésiens. Les matières qui entrent dans l'urine dépendent des dispositions des individus et des aliments dont ils se nourrissent : elle contient presque toujours des phosphates de chaux et d'ammoniaque ; mais elle renferme aussi toutes les matières salines qui font partie des aliments. On trouve aussi dans l'urine des hydrochlorates, des sulfates, du sel marin ; l'urine de l'homme contient plus de sel marin que celle des animaux. L'analyse de l'urine est extrêmement compliquée : elle contient douze ou quinze substances.

M. Berzelius a trouvé du lactate d'ammoniaque dans l'urine , de l'acide lactique libre , et des phosphates terreux à base de chaux et de magnésie, qui se déposent quand l'urine est en repos.

Mais les urines varient suivant la nature des animaux : celles des animaux herbivores contiennent de l'acide benzoïque.

Avant de quitter l'urine, je dois dire quelques



mots sur les concrétions qu'elle forme. On donne le nom de *calculs* à des matières concrètes, d'une nature assez variable : on en a trouvé qui étaient formés d'acide urique, de phosphate de chaux, de phosphate ammoniaco-magnésien ; il y a le calcul que l'on désigne par le nom de *calcul fusible* ; le calcul cystique, le calcul formé d'oxalate de chaux.

Le calcul d'acide urique est formé de couches concentriques. Sans noyau, ce calcul n'aurait pas lieu ; on le reconnaît aisément, parce qu'il est soluble dans l'alcool et qu'il brûle en donnant un résidu très faible.

Le calcul mural ou d'oxalate de chaux est rugueux à sa surface et cause de très grandes douleurs. Il n'est pas soluble dans l'alcool ni dans les acides, à moins qu'ils ne soient concentrés. Quand on le calcine, il donne de la chaux vive, mais il faut beaucoup de feu.

Le calcul de phosphate de chaux se distingue des autres, parce qu'étant chauffé il ne perd pas de son poids, et parce qu'il se dissout dans les acides.

Le calcul de phosphate ammoniaco-magnésien, se trouve surtout, dans la vessie du cheval. Par la chaleur il donne de l'ammoniaque ; il est très peu fusible.

Ce même calcul, mêlé avec le phosphate de chaux, présente des couches alternatives et irrégulières : on l'appelle alors calcul fusible. On peut séparer les deux matières par le vinaigre.

Le calcul cystique, découvert par Wollaston, est jaunâtre, demi-transparent, avec une texture mamelonnée. Il se dissout très bien dans les acides et dans les alcalis : il est extrêmement rare ; on l'a trouvé dans la vessie d'un chien.

Examinons maintenant les tissus.

Le tissu musculaire doit être considéré comme étant de la fibrine, car il en a les caractères. Il est extrêmement compliqué : c'est un ensemble de petits vaisseaux dont la forme varie à l'infini ; mais la fibrine est la matière qui forme tous ces vaisseaux.

Les cheveux, les poils, les ongles ne sont que du mucus dont les molécules sont rapprochées.

M. Vauquelin a fait l'analyse des cheveux : il a trouvé qu'ils ne différaient de couleur que par une huile. En traitant les cheveux par l'alcool, il en a extrait une huile blanche, même des cheveux noirs : les cheveux rouges doivent leur couleur à une huile rousse. Tous les cheveux contiennent du soufre ; aussi prend-on du carbonate de plomb pour les noircir. On les noircit aussi avec le nitrate d'argent.

Le cerveau contient du phosphore. La laite des poissons est riche aussi en phosphore. Le cerveau, traité par l'alcool, donne un précipité par le refroidissement ; ce précipité a les caractères des matières grasses , mais il est azoté. Le cerveau n'annonce pas la présence du phosphore par les réactifs ; c'est quand il est calciné que l'on trouve le phosphore.

Nous avons le tissu osseux que nous connaissons déjà, car il renferme le phosphate de chaux et des matières animales que nous avons examinées. La partie terreuse des os est composée de 37 à 40 parties de phosphate de chaux ; de 10 parties de carbonate de chaux ; d'un peu de magnésie.

Cette partie terreuse forme à peu près la moitié des os.

L'ivoire est une substance de nature osseuse; il contient de la gélatine qui s'y conserve un grand nombre d'années.

Les dents diffèrent des os parce qu'elles contiennent une plus grande quantité de phosphate de chaux. L'émail des dents contient encore plus de phosphate que la dent elle-même.

Les coquilles ne contiennent que du carbonate de chaux.

Je terminerai par le phénomène de la respiration.

Tout le monde sait que les animaux ont une chaleur propre qui varie en général suivant les espèces, mais qui, pour les quadrupèdes et pour l'homme, ne présente pas de grandes différences. Cette chaleur est de  $37^{\circ},5$  pour l'homme : dans le bœuf, le chien, le lapin, le mouton, la température est à peu près la même j mais la chaleur va jusqu'à  $43^{\circ}$  pour les oiseaux.

Quelle est l'origine de la chaleur dans les ani-

maux? c'est une question physiologique de la plus haute importance.

On a bien vite appris que l'air jouait un grand rôle dans l'économie animale; qu'il sortait des poumons avec des qualités qu'il n'avait pas auparavant; qu'en entrant s'il contenait 0,21 d'oxygène, en sortant il contenait de l'acide carbonique. La respiration est donc un acte pendant lequel l'air atmosphérique, introduit dans le poumon, éprouve une altération, et cette altération consiste dans la production de l'acide carbonique. Ainsi l'air enlève du carbone au sang qui est dans le poumon, et l'on recueille de l'acide carbonique en place de l'oxygène introduit. Ce n'est pas tout, si l'on analyse l'air que l'on respire, on trouve que toute la quantité d'oxygène qui est entrée dans le poumon n'existe plus, soit en nature, soit en acide carbonique, après l'expiration, et qu'il y en a une portion qui a disparu d'une manière quelconque.

Cette portion d'oxygène qui a disparu n'a pu être employée qu'à former de l'eau. On pourrait supposer qu'elle est absorbée par le sang; mais

comme on recueille de l'acide carbonique, de l'eau et de l'azote, on ne peut admettre cette hypothèse. On peut remarquer que les produits donnés par la respiration sont les mêmes que ceux donnés par la combustion des matières animales avec l'oxide de cuivre, et peuvent s'évaluer de même.

Si l'on mesure l'air avant et après la respiration, on trouve que le volume d'azote est augmenté après la respiration.

Ainsi, dans la respiration, il y a formation d'acide carbonique, formation d'eau et dégagement d'azote.

Puisque nous savons que l'oxigène en se combinant produit la chaleur, nous aurions trouvé la cause de la chaleur animale par la formation de l'acide carbonique et de l'eau, en en déduisant toutefois la chaleur nécessaire à l'azote dégagé pour être à l'état de fluide élastique.

Mais cette cause est-elle suffisante pour produire toute la chaleur animale?

L'air expiré ne contient guère que 0,17 ou 0,17  $\frac{1}{2}$  d'oxigène. En le faisant passer à travers

l'eau de chaux, on forme du carbonate de chaux ; mais si l'on fait passer l'air ordinaire que l'on aurait enfermé dans une vessie à travers l'eau de chaux, il n'y a pas de précipité. En mettant l'air respiré dans une éprouvette, il éteint les bougies : cependant il ne manque que 0,03 à 0,04 d'oxygène.

Suivant les expériences de M. Despretz, si l'on suppose que l'oxygène qui, pendant un certain temps, a disparu complètement par la respiration, est divisé en 100 parties, on trouvera qu'il aura produit 70,5 d'acide carbonique, et 29,7 d'eau, et l'on aura recueilli un excédant d'azote égal à 19,7 ou 20 parties.

Je le répète, ce résultat ressemble à celui de la combustion des matières animales par l'oxide de cuivre.

Mais sur quoi la combustion s'opère-t-elle ? Quelle est la matière animale décomposée ?

Évidemment c'est la matière colorante du sang ; les autres substances qui sont dans le sang, la fibrine, les sels ne sont que des matières passives. Ce qui prouve que la matière colorante subit la

décomposition, c'est que le sang change de couleur par la respiration. Eh bien ! pendant cette combustion, il doit se produire de la chaleur. Que l'on brûle du carbone et de l'hydrogène pour former de l'acide carbonique et de l'eau, il y aura production de chaleur ; mais, encore un coup, cette chaleur équivaut-elle à celle de l'animal, et suffit-elle pour l'entretenir ?

Je suppose que l'on prenne un animal, qu'on le plonge dans l'eau de manière à ce qu'il puisse respirer librement et sans souffrir, et qu'on le fasse respirer sous un récipient, qu'on note la quantité de chaleur qu'il a communiquée à l'eau, et qu'on représente cette quantité de chaleur communiquée par 100.

On trouvera que la chaleur produite par la formation de l'acide carbonique représentera 61 parties ;

Que celle produite par la formation de l'eau représentera 22 parties ;

Ce qui fait en tout 83 parties de chaleur.

Il en manquera donc 17 dont nous ne pouvons pas rendre compte.



Jusqu'ici on n'a pas pu trouver la totalité de la chaleur que fournit un animal par celle qu'il reçoit par la formation de l'acide carbonique et de l'eau.

Cette quantité de chaleur manquant, il faut la rechercher dans les fonctions vitales : c'est une énigme complète.

Dans les oiseaux, la différence est encore plus grande : on ne trouve que 77 parties de chaleur sur 100, par la formation de l'acide carbonique et de l'eau.

# COURS DE CHIMIE,

PAR M. GAY-LUSSAC,

COMPRENANT

L'HISTOIRE DES SELS, LA CHIMIE VÉGÉTALE ET ANIMALE ;

COURS FAIT A LA FACULTÉ DES SCIENCES,

et recueilli par la Sténographie ;

REVU PAR M. GAULTIER DE CLAUBRY,

PROFESSEUR DE CHIMIE.

Deux forts volumes in-8°.

CEDEZ PICHON ET DIDIER, EDITEURS,  
quai des Augustins, n° 47, A PARIS.

---

## AVIS DES ÉDITEURS.

Le désir que nous avons de terminer la publication de cet ouvrage presque aussitôt que le Cours du Professeur; la promptitude avec laquelle il a fallu par conséquent corriger les épreuves; et d'ailleurs la nécessité où nous fûmes de recourir à une autre personne que le Professeur, pour faire cette correction à laquelle il ne voulait pas se livrer lui-même, ont été cause que plusieurs fautes d'impression se sont glissées dans quelques-unes des Livraisons que nous avons adressées à nos Souscripteurs.

Ces fautes ont été depuis relevées avec soin par M. *Gaultier de Clubry*, et nous en avons formé l'*errata* suivant, pour être remis gratuitement à nos Souscripteurs.

## ERRATA.

Leç.	Pages.	Lignes.		
1 <sup>re</sup>	16,	21,	atome de base,	<i>lisez</i> radical de base
		17,	base,	soufre
2 <sup>e</sup> ,	21,	9,	forme des sels,	forme un sel
3e,	12,	22,	un cup de,	un peu de
4 <sup>e</sup> ,	4,	3,	sulfate,	sulfure
5«,	4,	13,	après acide borique,	<i>ajoutez</i> et du charbon
		11,	chaux,	<i>lisez</i> baryte
		11,	proportion,	préparation
6e,	4,	21,	acide phosphate	acide phosphorique
		16,	a plus d'éclat,	ait plus d'éclat
	IO,	1,	d'argent,	d'oxide d'argent
		23,	d'un atome et demi,	de deux atomes et demi
	».	2,	3.46155,	1,96155
7e,	14,	8 et 9;	base ,	phosphore
	2,	2,	1,	3 pour les 3 atomes d'oxigène
	10,	4,	8,92o55,	11,24795, <i>et ajoutez</i> poids du sulfate de soude cristallisé , 20,16S5o
	11.	2,	sulfate,	séléniate
	14,	17,	5,0165,	5,01165
		18,	14,9853,	1458045
8e,	12,	18,	Epson,	Epsom
	14,	15,	millimes,	millièmes
	18,	19,	32,36909,	33,36899
		21,	59,36419,	59,36409
	20,	19,	Humbert,	Homberg
	21,	13;	repasser,	reposer
	26,	18,	il es,	il est
		19,	comme suit,	comme il suit
	3o,	5,	du mélange,	un mélange
9 <sup>e</sup> .	2,	12,	protoxide,	peroxide
		19,	gaz,	gaz
	7,	14,	lesoxides.	les sels
	8,	14.	ce sel,	cet oxide

Leç.	Pages.	Lignes.		
	10,	22,	sulfate protoxide, <i>lisez</i>	sulfate de protoxide
	12,	10,	l'acide sulfurime,	le protoxide de fer
	23,	17,	sulfure,	sulfate
		18,	sulfate ,	sulfure
	a5,	16,	ceux qui ont beau- coup d'affinité,	ceux dont le radical de la base a beaucoup d'affinité'
n«,	5,	10,	l'eau chaude,	100 part, d'eau chaude
		" ,	en dissout,	ne dissolvent
'«»»,	" ,	'9»	un atome d'argent,	un atome d'oxide d'ar- gent
	a3,	10,	un peu d'acide,	un peu d'oxide
	^4,	22,	les chlorures,	les chlorates
	.3,	1.	de rapport à ceux,	de rapport avec ceux
i:»,	>>>	6,	9,i5, 48,40,	9-5 66,42
	a»,	'3,	potassium,	calcium
.Ce,	5,	7,	celle,	celui
	'9.	6,	d'eau,	d'etain
'7 <sup>e</sup> ,	2,	18,	du sel,	et du sel
		22,	et contient,	qui contient
	5,	23,	on fait passer un, <i>ajoutez</i>	courant de
iS«,	26,	'7>	composent, <i>litez</i>	comportent
	3î,	21,	dans un nitre.	dans du nitre
	32,	>	potasse,	potassium

---

## TOME II.

Leç.	Pages.	Lignes.		
>9 <sup>e</sup> ,	16,	2,	hydrochlorique, <i>lisez</i>	hydrosulfurique
30 <sup>e</sup> ,	27>	6,	vert,	jaune
aie,	4,	6,	et l'eau,	et l'on
	.8,	12,	si le sel est un acide, volatil,	contient un acide vo- latil
Î2C,	5,	i3,	pur,	par

Leç.	Page*.	Lignes.	
x3«,	6,	93,	l'inexactitude, <i>lisez</i> l'exactitude
	i3,	16,	l'oxide, l'acide
	a6,	«9-	<i>ajoutez</i> rougi par un acide
24*,	.6,	aa,	l'alcool se dissout, le dissout
	>3,	3,	raceuique racernique
a6«,	'7.	i6,	sout, sont
»9 <sup>e</sup> .	3»,	5,	stéarique , tartrique
3of,	" i	t5,	après on l'obtient, <i>supprimez</i> encore une fois
	>9>	'4.	ru cou, <i>lisez</i> roucou
3I <sup>e</sup> ,	sommaire,	ri,	pour, par
	<5,	9,	matière amilace'e , <i>supprimez</i> amilace'e
3a*,	*8,	10,	comme, <i>lisez</i> connue
33e,«	ao,	«9,	l'éthol, l'éthal
	»5,	6,	pirourique, pyro-urique

---

TABLE DES MATIÈRES.

t\$« lce., 5 lie hydrofluosilicique, *lisez* hydrofluosilicate

---

TABLE ALPHABÉTIQUE.

page.	IO,	lignes	i5,	cuprique, <i>Usez</i>	caprique
	16,		16,	peu,	par
	U.		io,	L. 4,	L. 3.