

CHAPITRE PREMIER

TORRÉFACTION : CAFÉ, CHICORÉE; CACAO; FÉCULE; ÉPONGES. —
CALCINATION : CREUSETS. — DÉCRÉPITATION. — CARBONISATION :
CHARBON ANIMAL, CHARBON VÉGÉTAL, NOIR DE FUMÉE.

Torréfaction.

Nous avons vu que la dessiccation avait simplement pour objet d'enlever aux plantes leur eau de végétation, en évitant autant que possible toute altération du parenchyme. Dans la torréfaction, au contraire, il y a toujours altération partielle, soit parce que la chaleur fait disparaître des matières volatiles, inutiles ou nuisibles, soit parce qu'elle a pour effet de modifier certains principes immédiats.

La torréfaction se fait de deux manières : tantôt elle s'effectue dans des vases peu profonds, dans une capsule de porcelaine ou dans une bassine chauffés directement à feu nu ou au bain de sable, en ayant soin d'agiter constamment la matière avec une spatule afin d'uniformiser l'action de la chaleur; tantôt on renferme le produit dans un cylindre de tôle que l'on fait tourner sur son axe au-dessus d'un foyer de bois ou de charbon. Cet instrument, qui porte improprement le nom de *brûloir*, est d'un usage vulgaire pour la torréfaction du café.

La torréfaction était autrefois très usitée. On s'en servait pour dissiper, disait-on, le principe vireux de l'opium; pour faire perdre à la rhubarbe ses propriétés laxatives et lui conserver seulement ses vertus astringentes; pour rendre les glands amers et astringents; dans l'industrie, on torréfie encore parfois les se-

mences huileuses pour en dessécher le mucilage, afin de faciliter ensuite l'extraction de l'huile; mais comme ce procédé fait toujours subir aux huiles une altération sensible, il n'est applicable qu'à celles qui sont destinées aux arts et à l'éclairage. Il doit être rejeté de l'usage médical. Bref, la torrification ne s'applique plus guère qu'au café, à la chicorée, au cacao, à la fécule et aux éponges.

Café. — D'après Payen, le café contient :

De la caféine, de l'acide cafétannique, des matières grasses, azotées et sucrées, des sels.

La caféine, $C^{16}H^{10}Az^4O^4$, découverte par Runge en 1820, identifiée par Jobst et Muller avec la théine, découverte dans le thé en 1827 par Oudry, est un alcaloïde faible, cristallisable, fusible à 178° et même volatilisable. Tandis qu'elle est peu soluble dans l'eau froide et surtout dans l'éther, elle se dissout facilement dans l'alcool et dans le chloroforme. Elle existe dans la semence : en partie à l'état de liberté, car on peut en extraire directement par épuisement au moyen du chloroforme; en partie combinée à un tanin, l'acide cafétannique, sous forme de cafétannate double de caféine et de potasse (chlorogénate double de Payen).

Elle existe non seulement dans le café et dans le thé, mais aussi dans plusieurs autres végétaux, comme le *Paullinia sorbilis*, l'*Ilex paraguayensis*.

Au point de vue de la torrification, sa propriété caractéristique est la suivante : quand elle est combinée à un acide organique susceptible de lui céder de l'hydrogène, ce qui est son cas naturel, elle dégage à chaud de la méthylamine; il en est de même quand on la traite par la potasse caustique. Ajoute-t-on à une infusion de café torréfié une solution alcaline, on perçoit alors aisément l'odeur désagréable de l'alcaloïde volatil de M. Wurtz.

D'après Payen, une torrification trop avancée détruit complètement le sel double; sous l'influence d'une chaleur modérée, l'altération est moins profonde, le sel double est partiellement décomposé avec mise en liberté d'une partie de la caféine.

Le café renferme plusieurs matières aromatiques, peu ou point solubles dans l'eau; les plus solubles sont les plus importantes et celles qui paraissent être de préférence modifiées par le calorique.

Elles sont intimement unies à la matière grasse, qui existe toujours en quantité notable, 13 p. 100 environ dans le café moka. L'essence la plus soluble, que l'on peut isoler par une distillation très ménagée à une température qui ne doit pas dépasser 90 à 100°, possède une odeur si pénétrante, qu'une seule gouttelette communique à un litre de lait l'arome du café.

Payen a constaté que le café perd d'autant plus de ses principes solubles et de ses matières azotées, que la torrification est plus avancée; qu'il en est de même de l'arome, lequel finit par prendre une odeur empyreumatique. Il ne faut donc faire éprouver au café qu'une torrification légère, de manière à ce que la perte ne dépasse jamais 20 p. 100. D'après Dausse, les cafés américains doivent subir un déchet de 20 p. 100; ceux de Bourbon et d'Afrique, 16 à 18 p. 100; ceux de Moka et de Java, 15 à 16 p. 100, au plus.

En résumé, la torrification du café amène certaines modifications partielles : 1° dans la caféine; 2° dans les principes aromatiques; 3° dans l'acide cafétannique.

Chicorée. — La torrification communique à la racine de chicorée sauvage, *Cichorium intybus*, de la famille des Composées, une amertume et un arome qui se rapproche quelque peu de celui du sucre caramélisé.

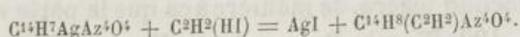
Cette fabrication, proposée en 1771 par Valmont de Bomare, tenue d'abord secrète pendant une trentaine d'années, est devenue industrielle en Belgique et dans les départements du nord de la France. La racine est coupée en morceaux, desséchée dans des étuves, puis torrifiée dans des brûloirs. On lustre les morceaux, appelés cossettes, avec une petite quantité de beurre, on les pulvérise ensuite et on débite la poudre qui en résulte sous le nom de *café-chicorée*. D'après Dausse le déchet est de 28 p. 100.

La poudre de chicorée, ainsi préparée, doit être d'un brun noirâtre, d'une saveur amère, douée d'une odeur aromatique non désagréable.

Cacao. — Le cacao est la semence du cacaotier, *Theobroma cacao* (Byttneriacées), arbre originaire du nouveau monde et naturalisé aux Antilles. Il se compose d'un tégument scarieux, brun fauve ou rougeâtre, recouvrant un embryon de même couleur, d'une odeur

faible et d'une saveur légèrement amère. Tantôt les semences, séparées de la pulpe aigrette au milieu de laquelle elles sont disséminées, sont immédiatement soumises à la dessiccation, tantôt on les enfouit pendant quelque temps dans la terre, ce qui donne les cacaos terrés.

Le cacao contient un alcaloïde faible, cristallisable, la théobromine, qui est l'homologue inférieur de la caféine, c'est-à-dire qui en diffère par C^2H^2 en moins. Au surplus, d'après Strecker, on obtient de la caféine en traitant la théobromine argentique par l'éther méthylodhydrique.



Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que la caféine, qui est de la méthylthéobromine, donne par la torréfaction de la méthylamine.

Contrairement à ce qui a lieu pour le café, la torréfaction du cacao a moins pour but de modifier les principes immédiats que de rendre les enveloppes friables et enlever une odeur de moisi qui se développe souvent pendant le transport en Europe. Nous reviendrons sur cette opération à propos du chocolat.

Fécule. — La conversion de la fécule en un produit qui a été d'abord considéré comme une sorte de gomme a été faite pour la première fois par Bouillon-Lagrange. Ce savant a observé que l'amidon torréfié devient soluble dans l'eau et il a proposé de le substituer à la gomme dans la préparation de l'encre. Actuellement, il est utilisé dans la chapellerie, dans l'apprêt des étoffes et des toiles, dans la fabrication du cirage.

Le procédé primitif consistait à chauffer dans une bassine de l'amidon pulvérisé jusqu'à ce que le mélange ait acquis une couleur *gris cendré*; on remuait constamment avec une spatule en bois afin d'obtenir une égale répartition de la chaleur dans toute la masse.

En 1819, Lassaigne fit voir que la solution aqueuse de ce produit précipite par l'alcool, développe avec l'eau iodée une couleur purpurine, enfin ne donne pas d'acide mucique par oxydation, caractères qui différencient nettement l'amidon torréfié des matières gommeuses.

Postérieurement, Payen, s'étant proposé d'obtenir pour l'in-

industrie un produit aussi peu coloré que possible, a conseillé le mode opératoire suivant :

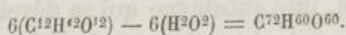
Léiocomme	{	Fécule	1000 kilog.
		Eau.....	300 —
		Acide azotique.....	2 —

On porte d'abord le mélange dans un séchoir, puis dans une étuve pendant deux heures et demie, à une température comprise entre 110 et 120°. A 100°, il faut quatre heures environ, et à 130° trente à quarante minutes seulement pour effectuer la transformation.

En remplaçant l'acide nitrique par l'acide chlorhydrique, on obtient un produit commercial parfaitement blanc.

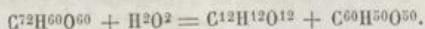
Voyons maintenant comment on peut se rendre compte des transformations qu'éprouve la fécule sous l'influence de la chaleur et des acides dilués.

Considérons la matière amylacée comme un hexaglycoside, c'est-à-dire comme un corps qui résulte de l'union de six molécules de glucose avec élimination de six molécules d'eau :

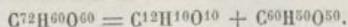


Maintenu pendant longtemps à 100°, l'amidon éprouve une transformation isomérique et se change en amidon soluble, caractérisé par la propriété de se dissoudre dans l'eau et de former une solution qui bleuit par l'iode, comme le générateur; cependant, d'après Musculus, ce corps ne serait que de la *dextrine insoluble à froid*, qu'il désigne encore sous le nom de *dextrine globulisée*.

Sous l'influence de la diastase et de l'eau, lorsque l'action n'est pas trop prolongée, on peut admettre qu'il y a dédoublement partiel, production de glucose et formation de dextrine insoluble à froid, rapidement soluble dans l'eau chauffée à 50° :

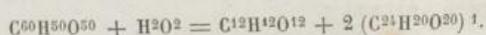


Mais par l'action de la chaleur seule, convenablement graduée, il ne peut se produire que du glucosane :

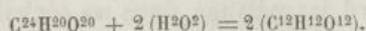


La dextrine insoluble, sous l'influence prolongée des mêmes

agents, se dédouble à son tour en glucose et en dextrine soluble :



On sait que la dextrine ordinaire, par une ébullition prolongée avec l'eau acidulée, se transforme intégralement en glucose :



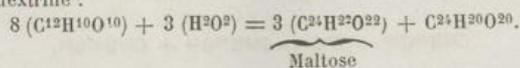
Par la torrification en présence des acides, ces divers produits prennent simultanément naissance, de telle sorte que la fécule torrifiée, le léiocome et la gomméline peuvent renfermer les principes suivants :

- 1° De l'amidon soluble;
- 2° De la dextrine insoluble à froid, corps isomérique ou identique avec le précédent;
- 3° De la dextrine soluble ou dextrine ordinaire;
- 4° Du glucose dextrogyre;
- 5° Du glucosane.

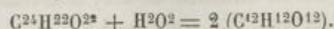
A ces différents produits il faut encore ajouter, indépendamment de la maltose, une substance qui se développe spécialement sous l'influence du calorique, la *pyrodextrine*. Elle se forme par perte des éléments de l'eau, surtout à une température de 200 à 210°. C'est une matière brune, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool. Sa solution aqueuse, qui est très foncée, réduit la liqueur cupropotassique et précipite par l'acétate de plomb ammoniacal. Elle est très stable, car elle résiste à une température de 210° et à l'action des acides dilués. C'est elle qui communique une teinte grisâtre à l'amidon torrifié par le procédé de Bouillon-Lagrange.

La dextrine commerciale sert en chirurgie à confectionner des

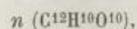
1. Dans des recherches récentes, MM. Musculus et Gruber admettent qu'il se forme, par l'action de la diastase sur l'amidon, de la maltose, sucre découvert par Dubrunfaut, et de la dextrine :



La maltose, par hydratation, se dédoublant en deux molécules de glucose :



En résumé, dans l'état actuel de la science, on doit considérer l'amidon comme un polysaccharide de la formule



dans laquelle la valeur de n reste à déterminer

bandes agglutinatives pour la consolidation des fractures. Voici la formule qui a été préconisée par Velpeau :

Dextrine du commerce.....	100 parties.
Eau de vie camphrée.....	60 —
Eau tiède.....	40 —

Le mélange s'hydrate, forme après deux ou trois minutes un liquide de consistance mucilagineuse que l'on applique sur des bandes de toile.

Les bandes prennent en séchant une grande solidité. On les enlève facilement en les humectant avec de l'eau tiède.

Éponges torrifiées. — On prend de l'éponge fine, brute, compacte, non lavée; on la déchire par petits morceaux pour en isoler les coquillages et les autres débris étrangers, on la secoue fortement dans un sac de toile pour enlever la poussière. On la torréfie ensuite à un feu modéré dans un brûloir à café, jusqu'à ce qu'elle devienne d'un brun noirâtre et qu'elle ait perdu le quart de son poids. On la pulvérise et on la renferme dans un flacon bien bouché. Il est bon de n'en préparer que de petites quantités à la fois et de la renouveler de temps en temps.

Le codex de 1758 faisait faire l'opération dans un creuset fermé, chauffé au rouge pendant une heure, ce qui fournit de l'éponge *calcinée*. Baumé, en parlant de cette préparation, remarque judicieusement qu'elle ne donne qu'un produit inerte, qu'une matière charbonneuse qui ne se distingue en rien du charbon ordinaire. C'est sans doute pour cette raison que le codex de 1818 ne fait pas même mention de ce médicament.

A la suite de quelques recherches sur la composition de la poudre de Sancy, préconisée contre le goître, Henry et Guibourt ont fait sur les éponges des observations intéressantes qui ont ramené l'attention sur cette question.

Nous avons déjà dit que les éponges sont essentiellement constituées par une matière animale qui contient, outre le carbone, l'hydrogène et l'oxygène, de petites quantités d'iode, de brome, de soufre et de phosphore. Lorsqu'on les traite par l'eau, même après une ébullition prolongée, le décoctum ne contient qu'une très petite quantité d'iode. Vient-on alors à torrifier le tissu ainsi

épuisé, l'eau enlève de nouveau de l'iode en proportion plus grande que la première fois. Il faut donc en conclure que la plus grande partie de ce métalloïde est à l'état de combinaison intime avec le tissu, et que la torréfaction est nécessaire pour le mettre en liberté, ou plus exactement pour l'engager dans une combinaison soluble.

En cherchant à déterminer quel était le degré de chaleur le plus convenable pour transformer l'iode en iodure soluble, Guibourt est arrivé aux conclusions suivantes :

1° L'éponge, très légèrement torréfiée, donne une poudre mordorée ne contenant qu'une petite quantité d'iode soluble.

2° Torréfiée au brun noir, dans un brûloir à café, sa richesse en iode se trouve augmentée.

3° Soumise à la calcination, elle ne donne plus d'iode par ébullition dans l'eau; mais le soluté, neutre dans les deux premiers cas, est alors fortement alcalin et dégage de l'acide sulfhydrique par l'acide chlorhydrique.

D'après cela, il est facile de se rendre compte des modifications successives qu'éprouve l'éponge sous l'influence du calorique: tant qu'il n'y a que carbonisation de la matière organique, l'iode réagit sur le carbonate de chaux qui existe toujours dans l'éponge la mieux nettoyée, de manière à former de l'iodure de calcium. A la chaleur rouge, ce sel est entièrement décomposé et l'iode se volatilise; en outre, le carbone, à cette haute température, réduit les sulfates avec formation de sulfures dont le caractère basique est très prononcé.

L'éponge, moyennement torréfiée, doit donc être adoptée pour l'usage médical. Elle fournit par l'eau un soluté neutre, à odeur légèrement empyreumatique, développant une couleur bleue très intense par le chlore et l'eau amidonnée et ne dégageant aucune odeur sulfureuse par l'acide chlorhydrique.

Calcination. — Creusets.

La calcination est une opération fort ancienne dont la théorie se rattache intimement à l'histoire de la science.

Avant l'origine de la chimie pneumatique, cette opération s'ap-

pliquait surtout à la transformation des métaux en chaux métalliques (oxydes). « Calciner, dit Bernard Palissy, se dit de toutes choses qui se rendent en chaux par l'action du feu ; » définition qui est du reste en rapport avec l'étymologie du mot chaux : *calx*, *calcis*.

Géber, Cæsalpin, Cardan, Libavius avaient remarqué que les métaux augmentent de poids par la calcination.

Au xvii^e siècle, Jean Rey dit positivement que, dans la calcination, il y a pénétration des éléments de l'air, qui se fixe et s'épaissit dans le métal.

Cependant d'autres expérimentateurs avaient obtenu des résultats contradictoires. C'est ainsi que Brun, pharmacien à Bergerac, avance que l'étain augmente de poids, tandis que le contraire a lieu pour le plomb. En réalité, il y a augmentation dans les deux cas ; mais dans le dernier le creuset s'imprègne d'une partie de l'oxyde de plomb.

Au xviii^e siècle, Stahl, développant les idées de Bécher, son maître, imagine la célèbre théorie du phlogistique, qui peut se résumer dans les deux propositions suivantes :

1^o Un métal est un corps composé d'une chaux unie à du phlogistique ;

2^o Le feu existe sous deux états, à l'état libre (feu ordinaire), et à l'état de combinaison (phlogistique).

Un métal perd-il son phlogistique, il ne reste plus qu'une chaux métallique ; réciproquement, chauffe-t-on une chaux avec un corps très chargé de phlogistique, comme le charbon, la graisse, les huiles, elle se transforme en métal par la fixation du phlogistique.

Stahl et ses partisans connaissaient très bien l'augmentation du poids des métaux par la calcination ; mais pour eux ce fait, loin d'infirmar la théorie, venait au contraire la confirmer. Car, disait-on, le phlogistique, étant plus léger que l'air, tend à soulever le corps auquel il est combiné et à lui enlever une partie de son poids ; en perdant son phlogistique, ce corps doit donc augmenter de poids.

Lavoisier le premier a donné la véritable explication du phénomène : dans la calcination, il y a simplement fixation de l'air vital (oxygène), l'un des éléments de l'air, sur le métal.

Ainsi, tandis que dans la théorie stahlienne la calcination des métaux est une opération analytique, puisque le métal se dédouble en phlogistique et en chaux, dans la théorie moderne, au contraire, c'est une opération synthétique, une véritable combinaison.

Actuellement, la calcination a une signification plus étendue : elle comprend toutes les opérations dans lesquelles un corps est soumis à l'action d'une chaleur intense. En métallurgie elle est très employée sous le nom de *grillage* ; quand on l'applique à la destruction par le feu des matières végétales afin d'en déterminer les cendres, elle constitue l'*incinération*. On calcine ou on incinère les plantes marines pour en retirer des sels, comme des bromures et des iodures ; les plantes terrestres, pour en extraire de la potasse perlasse.

Lorsque la destruction totale de la matière organique est difficile, on peut la faciliter par l'emploi d'un sel capable de fournir de l'oxygène, comme l'azotate de potasse, le chlorate de potasse, ou mieux l'azotate d'ammoniaque, qui se décompose complètement sous l'influence de la chaleur sans laisser de résidu.

La calcination s'effectue dans des creusets dont la nature est très variable. Ils peuvent être en platine, en argent, en fer, en porcelaine, en terre réfractaire, parfois même en plombagine.

L'argile et le sable forment la base des creusets de Hesse. On les préfère aux creusets de Paris, qui sont plus tendres et plus poreux, pour calciner le carbonate de chaux, le carbonate de magnésie, l'alun, la corne de cerf ; toutefois, ils sont encore trop perméables pour servir à la fusion de certains sels, comme le nitrate d'argent, le sel marin, l'azotate de potasse.

Les creusets de platine sont journellement employés dans les recherches analytiques. Il faut cependant les éviter lorsque les matières renferment ou peuvent donner au rouge des alcalis et des sulfures métalliques ; avec certains métaux fusibles, comme le plomb, le bismuth et l'étain ; enfin, lorsqu'il se produit un dégagement de chlore, de brome, d'iode ou de fluor. Exemple : dans l'essai d'une céruse broyée, la litharge est ramenée à l'état métallique par les matières organiques (huile de lin, essence de térébenthine), et un creuset de platine serait rapidement percé par le

plomb mis en liberté. On effectue alors la calcination dans une capsule de porcelaine.

Les creusets d'argent sont d'un usage fréquent dans les calcinations délicates. La fusibilité de l'argent s'oppose cependant à ce qu'on puisse s'en servir, comme du platine, pour des températures très élevées. On les emploie dans les laboratoires pour fondre la potasse caustique, le nitrate d'argent et quelques autres sels. Ils sont attaqués par le soufre, le phosphore, les sulfates et les phosphates mêlés à des matières organiques, les nitrates acides, enfin par certains métaux, comme le bismuth, l'antimoine, le plomb, l'étain.

Décrépitation.

Plusieurs corps, soumis brusquement à l'action d'une température élevée, font entendre un bruit particulier, une sorte de péttillement. C'est ce phénomène que l'on désigne sous le nom de *décrépitation*.

La *décrépitation* paraît due à des causes diverses :

1° A de l'eau interposée qui se réduit en vapeur et sépare les particules solides ;

2° A des gaz qui sont emprisonnés dans la masse et font éclater les lamelles en augmentant de volume sous l'influence du calorique ;

3° Aux dégagements gazeux qui résultent de la décomposition de la matière par l'action du feu.

D'après A. Baudrimont, le plus souvent la *décrépitation* est due à la séparation de lamelles, mauvaises conductrices de la chaleur et susceptibles de clivage. En effet, lorsqu'une substance conduit mal la chaleur, ses parties superficielles, s'échauffant les premières, se dilatent et se détachent d'autant mieux des parties voisines, qui n'ont pas atteint la même température, qu'elles possèdent à un plus haut degré la propriété de se cliver. C'est sans doute pour cette raison que certaines substances humides et lamelleuses, comme les argiles schisteuses, *décrépitent* fortement, tout en étant dépourvues de structure cristalline.

On peut diviser les corps qui décrépitent en deux séries :

1° Les corps fixés, comme les chlorures et bromures de potassium ou de sodium, le fluorure de calcium, les sulfates de potassium, de strontium et de baryum, le chromate et le bichromate de potassium, la galène cubique ou laminaire, etc.

2° Les corps qui se décomposent en donnant naissance à des produits aériformes. Tantôt ils sont anhydres, comme les nitrates de baryum et de plomb, le spath d'Islande, le cyanure de mercure; tantôt ils sont hydratés, comme l'émétique, la crème de tartre, l'acétate de cuivre, le gypse, le ferrocyanure de potassium, etc.

Certains sels qui renferment de l'eau de cristallisation, mais qui ne sont point susceptibles de clivage, ne décrépitent pas au feu, comme le carbonate de soude, le sulfate de soude, le sulfate de magnésie.

Carbonisation.

La carbonisation, comme son nom l'indique, est une opération qui a pour but de détruire les matières organiques, de manière à mettre en liberté le carbone qu'elles contiennent. Toutefois, une partie du carbone se combine avec les autres éléments, notamment avec l'oxygène et l'hydrogène, pour donner naissance à de l'acide carbonique, à de l'oxyde de carbone, à des carbures d'hydrogène et à divers produits pyrogénés. C'est sous l'influence du calorique qui se dégage dans ces combustions que la carbonisation devient possible.

La carbonisation est donc une opération tenant en quelque sorte le milieu entre la torréfaction, qui n'altère que légèrement les principes immédiats, et la calcination, qui détermine leur destruction totale. Elle s'applique aux substances animales comme aux substances végétales. Nous ne nous occuperons ici que du charbon animal, du charbon végétal et du noir de fumée.

Charbon animal.

Il se prépare au moyen des os, dont voici la composition, d'après Berzélius :

Matières organiques.....	33,30	
Matières inorganiques.	{ Phosphate de chaux.....	51,04
	{ Carbonate de chaux.....	11,30
	{ Fluorure de calcium.....	2
	{ Phosphate de magnésie.....	1,16
	{ Chlorure de sodium et soude.....	1,20

On soumet les os à l'action du feu de deux manières différentes :

1° A air libre, comme dans la préparation du phosphore; c'est une calcination à blanc, car les matières organiques sont entièrement détruites;

2° En vase clos : l'air brûle incomplètement les matières organiques, et comme c'est le carbone qui échappe en grande partie à l'action de la chaleur, cette opération constitue une véritable carbonisation.

Le noir animal ou charbon d'os se fabrique surtout dans le département de la Seine. Pour donner une idée de cette industrie, disons seulement qu'en 1858 la consommation de la viande à Paris a été de 150 millions de kilogrammes renfermant $\frac{1}{5}$ d'os, soit 30 millions de kilogrammes.

On commence par mettre à part les *os de travail* pour la tabletterie; le reste est ensuite divisé en trois parties :

1° Les os à gélatine;

2° Les os gras;

3° Les os secs.

Les premiers, qui comprennent les os minces et spongieux, sont réservés pour la fabrication de la gélatine.

Les seconds, avant leur carbonisation, sont divisés mécaniquement ou mieux à la main. Voici leur teneur en matières organiques :

Osséine.....	32 p. 100.
Graisse.....	8 à 10 —
Albumine.....	1 —

On enlève la graisse par ébullition dans l'eau, ou au moyen du sulfure de carbone, si l'opération n'a pas lieu lorsque les os sont encore frais.

Les os secs sont employés directement à la fabrication du noir. On carbonise les os dans des cylindres en fonte ou dans des

vases en terre. Tantôt ceux-ci sont superposés et se ferment réciproquement; tantôt ils sont disposés sur une seule rangée, et alors on recouvre chacun d'eux d'un couvercle luté avec de la terre à four. On chauffe au rouge pendant 7 à 8 heures, ce qui fournit 60 p. 100 environ de charbon contenant 10 à 12 p. 100 de carbone.

La régularité du chauffage, voilà la condition essentielle pour la réussite de cette opération : si on chauffe trop peu, il reste des matières empyreumatiques abondantes qui ont une odeur des plus désagréables; si on chauffe trop fort, le phosphate de chaux éprouve un retrait qui diminue la porosité du charbon et enlève à ce dernier une partie de sa puissance décolorante.

On ne retire les vases qu'après refroidissement complet. On broie leur contenu à l'aide de cylindres cannelés convenablement rapprochés. On blute ensuite les grains sur une série de toiles métalliques; d'abord sur un tamis fin, pour séparer la folle farine, dont il convient d'éviter autant que possible la formation; puis sur des toiles de moins en moins serrées pour obtenir des grains de différentes grosseurs.

Le charbon animal, tel qu'il existe dans le commerce, n'a pas une composition absolument constante. Voici sa composition moyenne :

Noir animal.	$\left\{ \begin{array}{l} 1^{\circ} \text{ Charbon azoté.....} \\ 2^{\circ} \text{ Matières minérales,} \\ \quad 88 \text{ à } 90 \text{ p. } 100. \end{array} \right.$	10 à 12 p. 100
		$\left\{ \begin{array}{l} \text{Phosphate de chaux.} \\ \text{Carbonate de chaux.} \\ \text{Sulfures de calcium, de fer.} \\ \text{Oxyde de fer, fer carburé, silice.} \end{array} \right.$

Pour mettre en évidence cette composition assez compliquée, il suffit de traiter un peu de noir par de l'acide chlorhydrique; on observe alors :

1° Un dégagement d'acide carbonique;

2° Une odeur désagréable due à de l'acide sulfhydrique provenant de la décomposition des sulfures.

Le liquide filtré donne :

1° Avec l'ammoniaque, un précipité de phosphate de chaux, soluble dans les acides;

2° Avec l'oxalate d'ammoniaque, un abondant dépôt d'oxalate de chaux;

3° Avec le prussiate jaune, la réaction des sels de fer.

Propriétés. En 1770, Lowitz, chimiste russe, signale les propriétés antiseptiques du charbon végétal, découvre ses propriétés décolorantes et absorbantes. Il observe que le charbon décolore un grand nombre de solutions et les prive de toute odeur. Il propose d'appliquer ce procédé à la conservation de l'eau sur les navires en additionnant le liquide de charbon pulvérisé et de quelques gouttes d'acide sulfurique.

Au commencement du siècle, Berthollet modifie avantageusement cette méthode en conseillant de calciner légèrement la surface interne des tonneaux.

En 1810, Cadet, pharmacien à Paris, applique le charbon de bois à la décoloration des sirops. A la même époque, Figuier, professeur à Montpellier, découvre que le charbon animal possède une puissance décolorante supérieure à celle du charbon végétal; à partir de ce moment, le charbon animal devient d'un usage vulgaire pour décolorer le vinaigre, et est employé avec un succès inespéré au raffinage des sucres.

Comment le noir animal agit-il pour amener la décoloration?

Cette question a été résolue par les expériences de M. Bussy.

Dans une dissolution sulfurique faite avec 1 partie d'indigo, 7 parties d'acide et 92 parties d'eau, ajoutons du charbon et agitons fortement le tout. Il y a bientôt décoloration, car le liquide filtré n'a plus qu'une teinte légèrement jaunâtre. Si nous versons maintenant sur le filtre de l'eau bouillante, additionnée d'une petite quantité de carbonate de soude, à l'instant la liqueur passera colorée en bleu: l'indigo n'a donc pas été détruit, mais simplement fixé par le charbon. Remettons ensuite le charbon ainsi lavé avec la liqueur bleue et ajoutons un peu d'acide sulfurique: il y aura de nouveau décoloration. D'après cela, il est certain que le charbon agit physiquement, et non par action chimique, puisque la matière colorante est simplement fixée et peut être remise en liberté sans aucune modification.

De ses nombreuses expériences M. Bussy conclut :

1° Que la propriété décolorante est inhérente au carbone, toutes les autres substances qui l'accompagnent, l'azote, les sels, étant inertes;

2° Qu'un charbon est d'autant plus décolorant qu'il est plus poreux.

Mais les propriétés du charbon s'épuisent rapidement. On est parvenu à les faire reparaître par la revivification, opération qui comprend :

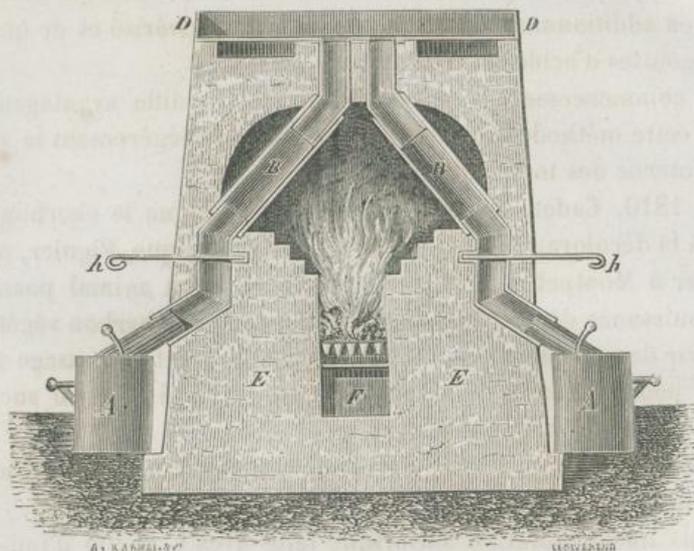


FIG. 6.

AA. Étouffoirs. — BB. Tuyaux contenant le noir que l'on fait tomber dans les étouffoirs, après calcination, au moyen des registres *h, h*. — F. Foyer. — DD. Séchoirs chauffés par la flamme perdue du foyer. — EE. Massif en maçonnerie dans l'axe duquel est disposé le foyer.

1° Un lavage à l'eau ;

2° Une nouvelle calcination au rouge d'une demi-heure environ dans une vingtaine de tuyaux disposés autour d'un foyer, comme dans le four coulant de Crespel-Dellisse ;

3° Un léger broyage entre deux meules pour enlever un vernis charbonneux, brillant, qui recouvre les grains et qui provient de la destruction d'un peu de matière organique adhérente (Kuhlmann).

On peut revivifier le noir 25 à 30 fois, car la perte dans chaque opération ne dépasse pas 5 p. 100. Les débris servent à faire le *noir animalisé*, qui est utilisé comme engrais.

Lorsque le noir ainsi revivifié doit servir au raffinage, il est né-

cessaire de le purifier au moyen de la vapeur d'eau surchauffée. S'il est destiné à des usages pharmaceutiques, il convient d'opérer cette purification par des lavages convenables.

D'après Blondeau, on prend :

Noir animal.....	8 parties
Eau.....	Q.S.—
Acide chlorhydrique.....	1 —

On forme avec le charbon et de l'eau une pâte demi-liquide, à laquelle on ajoute l'acide chlorhydrique. Après une demi-heure de contact, on lave le tout à trois ou quatre reprises avec de l'eau bouillante et on fait sécher.

Charbon végétal.

On l'obtient industriellement de deux manières :

Par la calcination en vases clos dans des cylindres de fonte, opération qui donne de l'acide acétique et les produits pyrogénés qui l'accompagnent ;

Par la calcination du bois sur les lieux même d'extraction, méthode fort ancienne, puisque Théophraste et Pline la relatent dans leurs écrits. Voici en quoi elle consiste :

Au centre d'une aire plane et circulaire, on dispose verticalement quelques pièces de bois de manière à former une sorte de cheminée de 0^m,30 de diamètre environ ; on dispose le bois autour d'elle sur trois étages, de manière à ce que l'axe de chaque bûche se trouve également dans un plan sensiblement vertical ; on recouvre le tout de feuilles, de menu charbon et de terre. Après avoir pratiqué à la base des ouvertures ou *évents*, pour permettre l'introduction de l'air jusqu'au centre, on jette du charbon embrasé dans la cheminée ; puis la combustion est conduite méthodiquement en pratiquant de haut en bas de nouvelles ouvertures horizontales, jusqu'à ce que la carbonisation soit complète.

Ebelmen, qui a étudié spécialement les carbonisations du bois en meules, est arrivé aux deux conclusions suivantes :

1° L'oxygène de l'air, qui pénètre par les événements, se change complètement en acide carbonique ;

2° Cet oxygène se porte tout entier sur le carbone déjà formé, et son action est nulle sur les produits de la distillation du bois, de telle sorte que cette dernière s'opère de la même manière qu'en vase clos.

Ainsi, l'oxygène de l'air entretient la combustion en se combinant constamment avec le carbone, qui est directement en rapport avec le bois non carbonisé. L'acide carbonique produit est assez refroidi par la distillation pour qu'il ne puisse se transformer en oxyde de carbone, ce qui occasionnerait une énorme perte de carbone. En un mot, il se forme tout juste la quantité d'acide carbonique nécessaire à la décomposition du bois et à sa transformation en charbon.

Enfin, Ebelmen a constaté que la carbonisation s'opère de haut en bas : en arrêtant la carbonisation à mi-chemin, on constate, en effet, que le charbon forme un cône renversé dont la base est tournée en haut.

Le charbon de bois n'est pas du carbone pur. Il renferme toujours des substances minérales que l'on peut enlever, si cela est nécessaire, en le faisant bouillir avec de l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique ; il retient obstinément de l'hydrogène, dont on ne peut le débarrasser qu'en le chauffant au rouge dans un courant de chlore.

Pour l'usage médical, le charbon de bois léger est ordinairement préféré. Les charbons de coudrier, de liège, de quinquina, de tilleul, recommandés par quelques pharmacopées, ne possèdent en réalité aucune propriété spéciale.

Le charbon dit *de Belloc* est obtenu au moyen de jeunes branches de peuplier que l'on calcine en vase clos ; on le lave ensuite à grande eau, à trois ou quatre reprises différentes, on le fait sécher et on le pulvérise.

Le charbon végétal jouit de propriétés absorbantes qui sont dues à sa porosité. Th. de Saussure a démontré que les gaz sont absorbés avec d'autant plus d'énergie qu'ils sont plus solubles dans l'eau. Récemment, Melsens a observé que ce phénomène est accompagné d'un dégagement de chaleur, même pour les liquides,

comme le brome, et qu'on pouvait l'utiliser pour liquéfier plusieurs gaz coercibles, tels que le chlore, l'ammoniaque, l'acide sulfureux, l'acide sulfhydrique, l'acide bromhydrique, la cyanogène, etc. Que l'on chauffe à 100°, par exemple, dans l'une des branches du tube recourbé de Faraday, du charbon de bois saturé de chlore, on recueillera du chlore liquide dans l'autre branche convenablement refroidie.

Par le fait de leur condensation, les gaz n'éprouvent aucune altération chimique, car on peut les mettre en liberté dans le vide.

La *décoloration* et la *désinfection* ne sont que des conséquences de la faculté d'absorption; aussi ces deux propriétés sont-elles d'autant moins marquées que la porosité elle-même est moins développée. Sous ce rapport, le noir d'os tient le premier rang, tandis que le coke occupe le dernier, comme l'indique la classification suivante :

Charbon animal
— de bois
Braise de boulanger
Noir de fumée calciné
Coke.

Notons enfin que le charbon possède la propriété de s'emparer d'un grand nombre de matière salines, de quelques matières organiques, comme les alcaloïdes, les principes amers et les substances albuminoïdes, circonstance dont il faut tenir compte dans les recherches médico-légales. Par contre, il est sans action sur d'autres corps, les matières sucrées, par exemple, particularité qui a été mise très heureusement à profit par Cl. Bernard pour rechercher le sucre dans les liquides de l'économie.

Noir de fumée.

On peut l'obtenir avec des matières résineuses ou goudroneuses, et même avec de la houille.

On fait brûler les matières premières dans un petit fourneau, et on conduit les produits de la combustion dans une grande pièce terminée en cône, comme l'indique la figure ci-contre (fig. 7).

Les particules de charbon se condensent en grande partie contre les parois latérales, qui sont recouvertes de toile grossière

ou de peau de mouton; un cône mobile en tôle râclé en descendant ces parois et ramène le charbon à la partie inférieure de la chambre.

Le noir de lampe est un noir de fumée de belle qualité obtenu par la combustion des huiles lourdes, des goudrons, des pétroles, des graisses brûlées.

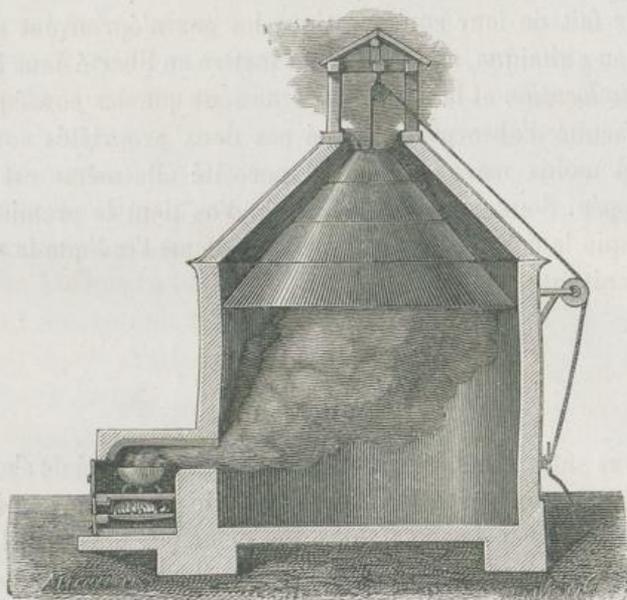


FIG. 7.

Le noir de fumée est beaucoup plus riche en carbone que le noir animal, puisqu'il en contient environ 80 p. 100 de son poids. Voici, d'après Braconnot, sa composition moyenne :

Carbone.....	79
Matières organiques.....	7,5
— minérales.....	5,5
Eau.....	8

On l'épure en le calcinant dans des cylindres en tôle, en le lavant ensuite avec de l'eau acidulée avec de l'acide chlorhydrique, puis en dernier lieu avec de l'eau pure.

Il sert à la fabrication de l'encre d'imprimerie, de l'encre de Chine et des crayons noirs.