

La cellulose pentanitrique, appelée généralement *coton-poudre* ou *pyroxyle*, se prépare en laissant séjourner pendant 10 à 15 minutes à la température ambiante du coton cardé dans un mélange de 1 volume d'acide azotique fumant et de 3 volumes d'acide sulfurique. Au bout de ce temps, on retire le coton, on le lave à grande eau et on le fait sécher à l'air.

Le coton-poudre a exactement l'aspect du coton; il est seulement un peu plus rude au toucher. Il est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, l'acide acétique, ainsi que dans le réactif de Schweitzer.

Il s'enflamme à la température de 120°, ainsi que par le choc; il brûle vivement sans laisser de résidu et en dégageant un grand volume de gaz (acide carbonique, oxyde de carbone, azote, vapeur d'eau).

En raison de cette propriété, on a essayé de l'employer comme poudre de guerre. On y a renoncé parce que c'est une poudre brisante qui met rapidement les armes hors de service et que cette substance est sujette à éprouver une décomposition spontanée qui peut donner lieu à de graves accidents.

Comme le pouvoir explosif du coton-poudre est environ cinq fois plus considérable que celui de la poudre ordinaire, qu'il est très-peu hygrométrique et que l'eau ne l'altère pas, on a songé aussi à l'employer dans les travaux de mines; mais il est généralement remplacé aujourd'hui par la dynamite.

La cellulose tétranitrique s'obtient en faisant agir sur le coton un mélange de poids égaux d'azotate de potasse et d'acide sulfurique concentré.

Ce composé se dissout dans un mélange de 80 parties d'éther et de 20 parties d'alcool, en formant un liquide sirupeux qui a reçu le nom de *collodion*. Ce collodion, étendu en couche mince à la surface d'un corps, forme, par l'évaporation de l'éther, une pellicule continue, transparente, imperméable et très-adhésive. On l'emploie en chirurgie pour préserver les plaies du contact de l'air, et par suite de ses propriétés contractiles, pour réunir les bords d'une blessure à la manière du taffetas d'Angleterre. Mais on s'en sert surtout en photographie pour produire sur le verre une pellicule que l'on rend sensible à l'action de la lumière en déposant à sa surface une couche d'iodure d'argent.

Quant à la cellulose trinitrique, elle se forme lorsqu'on fait agir sur le coton un mélange à volumes égaux d'acide azotique ordi-

naire et d'acide sulfurique à une température voisine de 70°. Elle se dissout dans l'acide acétique, mais n'a pas reçu jusqu'ici d'application.

Les celluloses nitriques résultent de l'union de l'acide azotique aux éléments de la cellulose, moins un certain nombre d'équivalents d'eau. La formation de l'eau dans la préparation de ces produits n'est pas douteuse, car le mélange d'acide azotique et sulfurique s'affaiblit bientôt au point de ne plus pouvoir servir à préparer une nouvelle quantité de poudre-coton; d'un autre côté, il ne se dégage aucun gaz et il ne paraît rester aucune matière organique dans le bain acide. L'eau et le pyroxyle sont donc les seuls produits de l'action de l'acide azotique pur ou mêlé d'acide sulfurique sur la cellulose.

La constitution des celluloses nitriques est donc entièrement différente de celle de nombreux composés, dont nous avons parlé précédemment et qui résultent de l'action de l'acide azotique sur la benzine, le phénol, l'acide benzoïque, etc. Ces derniers, au contact de l'acide nitrique, échangent un certain nombre d'équivalents d'hydrogène contre un nombre égal d'équivalents d'acide hypoazotique, AzO^4 . Ce qui démontre cette différence de constitution, c'est la manière dont ces divers composés se comportent avec les agents réducteurs. Les dérivés nitrés, fournis par la benzine, le phénol, etc., traités par ces agents, donnent naissance à des produits azotés, l'oxygène seul étant éliminé, tandis que les celluloses nitriques, sous l'influence de l'acide sulfhydrique, du protochlorure de fer, etc., régénèrent la cellulose avec dégagement de bioxyde d'azote (M. Béchamp).

La mode de formation des celluloses nitriques se rapproche donc de celui des éthers nitriques, et on a pu les assimiler à des éthers nitriques de la cellulose, celle-ci étant considérée comme jouant le rôle d'un alcool polyatomique.

Fabrication du papier.

La fabrication du papier est l'une des applications les plus importantes de la cellulose. En effet, pour faire le papier, on emploie, comme chacun sait, les vieux chiffons de lin, de chanvre ou de coton, ainsi que les fibres de plusieurs autres végétaux. Le meilleur papier est celui qui est fabriqué avec des chiffons de lin et de chanvre; le coton donne une pâte moins résistante.

Pour préparer la pâte à papier, on commence par soumettre les chiffons à un lessivage dans une liqueur alcaline. Les chiffons une fois lavés sont soumis à l'*efflochage*, qui a pour but de les amener à un grand état de division. On obtient ce résultat au moyen d'un

cylindre armé de lames tournant avec une grande vitesse au milieu des chiffons mis en suspension dans l'eau. Ce cylindre doit agir plutôt comme des doigts qui arrachent que comme des ciseaux qui coupent, afin de conserver intacts dans la pâte les filaments de cellulose, lesquels donnent de la consistance au papier.

La pâte subit ensuite l'opération du *blanchiment*. A cet effet, elle est soumise à l'action du chlorure de chaux ou du chlore libre. Il faut éviter dans ce cas l'influence d'un excès de chlore qui modifierait d'une manière fâcheuse les propriétés de la cellulose en détruisant sa consistance.

La pâte, après des lavages convenables, est alors convertie en papier, soit par la méthode dite à la *forme*, soit par le procédé à la *mécanique*.

Dans la méthode à la forme, qui n'est plus guères suivie aujourd'hui que pour la fabrication du papier timbré, l'ouvrier étale régulièrement une certaine quantité de pâte à papier à la surface d'une toile métallique fixée sur un châssis, appelé *forme*. La pâte s'égoutte, prend bientôt de la consistance et peut alors être déposée sur un morceau d'étoffe et recouverte d'un drap. Le tout est porté sous une presse qui donne aux feuilles assez de cohésion pour qu'elles puissent quitter l'étoffe sans se désagréger. Pour coller ces feuilles, c'est-à-dire pour détruire la porosité du papier et faire en sorte que l'encre reste à sa surface, on les trempe dans une dissolution de gélatine et d'alun.

Dans la fabrication du papier à la mécanique, on introduit dans la pâte même les substances nécessaires à son collage, et qui sont un mélange de fécule et d'une combinaison de résine avec l'alumine. Cette pâte arrive d'une manière continue sur une toile métallique sans fin, animée d'un mouvement de translation continu en même temps que d'un mouvement de trépidation latéral, qui facilite la répartition de la pâte à sa surface, ainsi que son égouttage. Cette pâte passe ensuite entre plusieurs paires de cylindres lamineurs, les premiers qui la compriment et lui donnent une épaisseur uniforme, d'autres creux et chauffés à la vapeur, qui la dessèchent, d'autres enfin, bien polis, qui ont pour but de lisser la surface du papier. Ainsi, la machine reçoit de la pâte à papier à l'une de ses extrémités et à l'autre déroule une feuille de papier continu d'une fabrication parfaite.

Depuis un certain nombre d'années, l'augmentation toujours croissante du prix des chiffons a déterminé les industriels à chercher d'autres matières premières pour la fabrication de la pâte à papier. C'est ainsi que, sans parler de l'emploi de certaines plantes qui n'a été jusqu'ici que très-restreint, on a essayé d'utiliser dans cette fabrication la paille et le bois.

Pour préparer de la pâte à papier avec du bois, il faut isoler

les fibres de ce bois. Or on peut arriver à ce résultat par deux procédés: l'un mécanique, l'autre chimique. Dans le premier, on défibre le bois (sapin, peuplier, bouleau, etc.) en le soumettant, parallèlement à ses fibres, à l'action d'une meule animée d'un mouvement de rotation. Le produit obtenu est ensuite traité par le chlorure de chaux et purifié par des lavages dans des liqueurs alcalines. Cette méthode présente l'inconvénient d'exiger une force mécanique considérable. Dans le second procédé le bois est coupé en rondelles de faible épaisseur, puis soumis dans un autoclave à l'action d'une solution de soude caustique chauffée à 140°. Dans ces conditions, la vasculose se dissout, et, par suite, les fibres formées par de la cellulose se trouvent isolées. Il ne reste plus qu'à les blanchir au moyen du chlorure de chaux.

Ce dernier procédé est également suivi pour la préparation de la pâte à papier au moyen de la paille.

Sauf pour les papiers communs, la pâte ainsi obtenue, soit au moyen de la paille, soit au moyen du bois, n'est pas employée seule, on la mélange en proportions variables avec de la pâte de chiffons ordinaire.

Conservation des bois.

Nous avons vu que les principes immédiats qui entrent dans la constitution du bois sont la cellulose et la vasculose; on trouve en outre dans les cellules différentes substances, notamment des sels de potasse et de chaux, ainsi que des matières albuminoïdes.

Abandonné au contact de l'air et soumis aux alternatives de sécheresse et d'humidité, le bois s'altère assez rapidement et perd sa consistance par suite de l'oxydation progressive de la vasculose, qui finit par disparaître complètement. Enfoui dans le sol, le bois se convertit à la longue en une masse brune et friable constituant l'*humus*, plus riche en carbone que le bois et susceptible de céder aux alcalis une matière soluble, brune, qu'on appelle *acide ulmique*.

Plusieurs causes viennent hâter cette destruction des substances ligneuses: Certains insectes, trouvant un aliment dans les matières azotées que renferme le bois, le perforent en tous sens, détruisent sa solidité, et favorisent l'action de l'air et de l'humidité jusqu'au centre même de la masse. En outre, différentes espèces de champignons se développent à la surface et quelquefois jusqu'au centre du bois aux dépens des principes qui le constituent.

Pour protéger le bois contre ces causes de destruction, il faut donc le préserver, autant que possible, du contact de l'air et de l'humidité, ce que l'on peut obtenir en imprégnant sa surface de matières grasses, résineuses ou goudronneuses, et en outre faire

pénétrer dans son tissu des substances antiseptiques telles que le pyrolignite de fer, le sulfate de cuivre, etc., qui s'opposent à l'envahissement des insectes et des cryptogames. Après avoir essayé séparément l'emploi de préservatifs appartenant à l'une ou l'autre de ces deux catégories, on donne la préférence aujourd'hui aux huiles lourdes provenant de la distillation du goudron de gaz, qui satisfont à la double condition que nous avons indiquée. Elles forment en effet une sorte de vernis à la surface du tissu ligneux et en outre elles contiennent différents produits, l'acide phénique, par exemple, qui sont des antiseptiques puissants.

On s'est préoccupé depuis longtemps déjà de faire pénétrer les agents de préservation dans les conduits capillaires du ligneux. Les premiers essais, qui datent de 1740, consistaient à immerger le bois pendant un certain temps dans la dissolution de certains sels; mais ils donnèrent des résultats tout à fait insuffisants, la pénétration du liquide préservateur ne se produisant dans ces conditions qu'à une faible distance de la surface, empêchée qu'elle était par l'air et la sève contenus dans les pores du tissu.

Pour obtenir une pénétration plus complète, on emploie deux procédés: l'un applicable aux arbres récemment coupés, consiste à déplacer leur sève par le liquide antiseptique, arrivant sous une pression assez forte à l'une de leurs extrémités. Dans l'autre procédé, seul praticable avec des bois secs, on commence par enlever l'air qui se trouve dans leurs conduits capillaires, en les plaçant dans une capacité où l'on fait le vide, puis on y injecte sous pression le liquide qui doit assurer leur conservation.

Le liquide employé dans ce but, auquel jusqu'à ces derniers temps on avait donné la préférence, était une dissolution de sulfate de cuivre contenant environ 2 pour 100 de sel.

M. Boucherie, l'inventeur de la première méthode, avait eu l'ingénieuse idée d'utiliser la force ascensionnelle de la sève pour faire pénétrer la solution dans l'intérieur du bois. A cet effet, il pratiquait à la partie inférieure de l'arbre encore sur pied deux incisions laissant entre elles un intervalle de quelques centimètres, qu'il enveloppait d'un sac formé d'une matière imperméable et contenant la liqueur préservatrice. La plupart des branches étaient d'ailleurs préalablement abattues, et il suffisait d'en réserver une seule avec ses feuilles pour déterminer une aspiration suffisante.

Cette méthode avait l'inconvénient d'exiger l'imbibition de toutes les parties de l'arbre, par suite de consommer inutilement une assez forte proportion de sulfate de cuivre, mais surtout de donner lieu à une pénétration très-irrégulière de ce sel; en effet, l'aubier étant plus poreux que le cœur, celui-ci n'était généralement pas injecté et tout le liquide s'élevait en suivant les parties voisines de l'écorce.

En 1844, M. Boucherie a modifié la méthode précédente en faisant arriver la solution de sulfate de cuivre, sous une pression de deux atmosphères, à l'une des extrémités des pièces de bois, peu de temps après l'abatage des arbres. Les pièces à injecter étant placées horizontalement, on applique sur une de leurs sections transversales un plateau que l'on maintient fortement serré à l'aide de crampons, après avoir interposé une corde d'étoupe, destinée à former sur le pourtour de la pièce de bois un joint bien étanche. Le plateau est percé à son centre d'une ouverture dans laquelle on fixe un ajutage communiquant avec un réservoir élevé à la hauteur d'une dizaine de mètres et contenant la dissolution de sulfate de cuivre. Sous l'influence de cette pression, la sève se trouve chassée et remplacée au bout d'un certain temps par le liquide antiseptique. On a pu ainsi, dans un tronc de hêtre, déplacer en 24 heures plus de 3000 litres de sève et les remplacer par une quantité équivalente de sulfate de cuivre.

Ce mode d'injection donne de bons résultats, mais il exige une main-d'œuvre assez considérable; de plus, il n'est applicable qu'à des arbres encore en sève.

Lorsque les bois sont secs, il faut avoir recours au second pro-

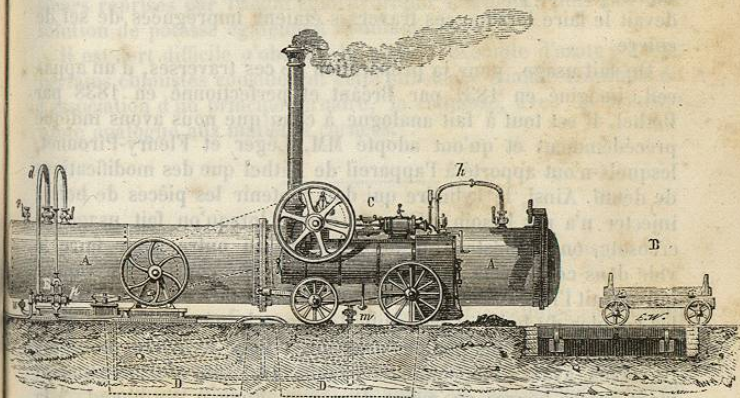


Fig. 23.

céder que nous avons indiqué. L'appareil dont on se sert dans ce cas, perfectionné en dernier lieu par MM. Léger et Fleury-Pironnet (fig. 23), se compose d'un grand cylindre en cuivre à fond mobile, mais qui peut être fermé d'une manière étanche et dans lequel se placent les bois à injecter. On envoie d'abord dans ce cylindre un courant de vapeur d'eau qui a pour but de dilater et

de chasser ensuite tout l'air contenu, non-seulement dans l'appareil, mais encore dans les cellules du bois et qui s'échappe par un orifice ménagé à cet effet. Ce résultat obtenu, on ferme l'orifice d'échappement et on arrête l'arrivée de la vapeur; on laisse celle-ci se condenser dans l'appareil, que l'on remplit alors avec la solution de sulfate de cuivre. A l'aide d'une pompe refoulant dans le cylindre une certaine quantité de cette même solution, on y produit une pression de dix atmosphères, que l'on soutient pendant une heure. Les bois ainsi préparés contiennent par mètre cube environ 6 à 7 kilogrammes de sulfate de cuivre.

C'est de cette manière que l'on injecte encore aujourd'hui les poteaux de soutien des lignes télégraphiques. Mais pour les traverses des chemins de fer, depuis quelques années, on a remplacé le sulfate de cuivre par l'huile lourde provenant de la distillation des goudrons des usines à gaz; cette huile, connue vulgairement sous le nom de *créosote*, doit contenir environ 8 pour 100 d'acide phénique et posséder une densité de 1030 à 35°. Son emploi présente l'avantage d'assurer la conservation des bois pendant un temps plus considérable que le sulfate de cuivre. En outre, avec des traverses injectées de créosote, il n'est plus nécessaire de se servir, pour la pose de la voie, de tirefonds galvanisés, comme on devait le faire lorsque ces traverses étaient imprégnées de sel de cuivre.

On fait usage, pour la préparation de ces traverses, d'un appareil, imaginé en 1831 par Bréant et perfectionné en 1838 par Béthel. Il est tout à fait analogue à celui que nous avons indiqué précédemment et qu'ont adopté MM. Léger et Fleury-Pironnet, lesquels n'ont apporté à l'appareil de Béthel que des modifications de détail. Ainsi, le cylindre qui doit contenir les pièces de bois à injecter n'a pas besoin d'être en cuivre lorsqu'on fait usage de créosote, on le construit en tôle de fer. En outre, pour faire le vide dans ce cylindre, au lieu d'employer un courant de vapeur qui aurait l'inconvénient de laisser de l'eau de condensation dans les cellules du bois, et par suite de gêner la pénétration du goudron, on se sert de pompes aspirantes. Pour le même motif, les traverses, avant d'être soumises à l'injection, sont placées pendant vingt-quatre heures au moins dans une étuve à air chaud, à la température de 60 à 80°.

La quantité de créosote absorbée dans ces conditions est d'environ 220 litres par mètre cube de bois, et la durée de conservation des traverses préparées par ce procédé est en moyenne de quinze années.

L'huile lourde de goudron est également employée pour l'injection des bois qui doivent être employés dans les constructions maritimes, car elle jouit de la propriété de les préserver de l'attaque

des tarets et des autres mollusques, résultat qui n'a pu être obtenu avec le sulfate de cuivre.

Cellulose animale. — Tunicine. — Chitine.

On rencontre dans le manteau des mollusques tuniciens et des ascidies, ainsi que dans l'enveloppe d'un grand nombre d'articulés, une substance résistante à l'action de l'acide chlorhydrique et d'une solution de potasse caustique à la température de l'ébullition, se colorant en bleu violacé sous l'influence de l'iode après un contact de quelques instants avec l'acide sulfurique, enfin se dissolvant dans ce dernier acide en se transformant en glucose. Ce sont là les caractères que nous avons donnés pour reconnaître la cellulose.

Cette matière paraît donc, sinon identique, du moins très-analogue à la cellulose que nous fournit le règne végétal. D'où le nom de *cellulose animale* donné à ce produit; toutefois on l'appelle généralement *tunicine*, lorsqu'il est extrait des enveloppes des tuniciens, et *chitine*, quand il provient des articulés. Pour l'extraire, on traite les enveloppes dont nous venons de parler à plusieurs reprises par l'acide chlorhydrique bouillant, puis par une solution de potasse également bouillante.

Il est fort difficile d'obtenir la chitine exempte d'azote; aussi, certains chimistes considèrent cette substance comme résultant de l'association d'un principe ternaire, la cellulose, avec un principe azoté analogue aux matières cornées.

AMIDON. — FÉCULE, $C^{12}H^{10}O^{10}$ ou $(C^{12}H^{10}O^{10})_n$

Les végétaux renferment dans l'intérieur des cellules constituant plusieurs de leurs organes, des granules blancs, très-petits, formés d'une substance isomère de la cellulose, qu'on appelle *matière amylacée*. Ces granules, examinés au microscope, diffèrent d'aspect et surtout de dimensions suivant les végétaux d'où ils proviennent.

La matière amylacée que l'on extrait des céréales et des graines des légumineuses a reçu le nom d'*amidon*, et celle fournie par les pommes de terre et diverses racines tuberculeuses le nom de *fécule*. Ce sont là les deux sources les plus importantes de cette substance; cependant on peut citer: le *sagou*, fécule que l'on rencontre dans diverses espèces de palmiers; l'*arrow-root*, retirée