Bibliothèque numérique
medic@

Frémy, Edmond (dir.). **Encyclopédie chimique.Tome X.- Applications de chimie organique. Le papier, par M. Paul Charpentier.**

Paris : Dunod, 1890.
Cote : Pharmacie 18935x83

PARIS biu Santé

(c) Bibliothèque interuniversitaire de santé (Paris)
Adresse permanente : http://www.biusante.parisdescartes.fr/histmed/medica/cote?pharma_018935x83

©BIU Santé

18935-83

ENCYCLOPÉDIE
CHIMIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. FREMY

Membre de l'Institut, professeur à l'École polytechnique, directeur du Muséum
Membre du Conseil supérieur de l'instruction publique

PAR UNE RÉUNION

D'ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, DE PROFESSEURS ET D'INDUSTRIELS

ET NOTAMMENT DE

MM. ARSON et AUDOUIN, ing. en chef des travaux chim. à la Compagnie parisienne du gaz
H. BECQUEREL, répétiteur à l'École polytechnique; BERTHELOT, sénateur, membre de l'Institut
BOUILHET, ing. dir. de la maison Christofle; M. BOURGEOIS, répétiteur à l'École polytechnique
BRESSON, ancien directeur des mines et usines de la Société autrichienne des chemins de fer de l'État
BOURGOIN, professeur à l'École de pharmacie; BOUTAN, ingénieur des mines
CAMUS, directeur de la Compagnie du gaz; AD. CARNOT, directeur des études de l'École des mines;
CHARPENTIER (Paul), ingénieur-chimiste expert, essayeur à la Monnaie
CHASTAING, pharmacien en chef de la Pitié; CLÈVE, prof. à l'Université d'Upsal; CUMENGE, ingén. en chef des mines
CURIE (J.), maître de conférences à la Faculté des sciences de Montpellier; DEBIZE, ingénieur en chef des manuf. de l'État
DEBRAY, membre de l'Institut; DECAUX, directeur des teintures des manuf. de l'État
DERÉRAIN, membre de l'Institut, professeur au Muséum
DITTE, professeur à la Faculté des sciences de Caen; DUBREUIL, président de la chambre de commerce à Limoges
DUCLAUX, prof. à l'Instit. agronom.; DUPRÉ, s.-dir. du labor. municipal; DUQUESNAY, ing. des manuf. de l'État
EUVERTE, directeur des forges de Terre-Noire; DE FORCRAND, docteur ès sciences; FUCHS, ing. en chef des Mines
GARNIER, professeur à la Faculté de médecine de Nancy
GAUDIN, ancien élève de l'École polytechnique, prof. de chimie; GIRARD, directeur du laboratoire municipal
L. GODEFROY, professeur à l'École libre des hautes-études; L. GRUNER, inspecteur général des mines
Ch.-Er. GUIGNET, ancien élève et répétiteur à l'École polytechnique, professeur de chimie
GUNTZ, maître de conférences à la Fac. des sciences de Nancy; HENRIVAUX, direc. de la manufact. des glaces de Saint-Gobain
JOANNIS, maître de conférences à la Faculté des sciences de Bordeaux; JOLY, maître de conférences à la Sorbonne
JOULIE, pharmacien en chef de l'hospice Dubois; JUNGFLEISCH, professeur à l'École de pharmacie
KOLB, administrateur de la Société des manufactures des produits chimiques du Nord
LEIDIÉ, pharm. en chef de l'hôpital Necker; LEMOINE, ing. en ch. des ponts et chaussées, exam. à l'École polytechnique
LODIN, ing. des mines; MALLARD, prof. à l'École des mines; MARGOTTET, prof. à la Faculté des sciences de Dijon
MARGUERITTE, prés. du conseil d'admin. de la compagnie paris. du gaz
MATHEY, dir. des bouillères de Blanzy; MEUNIER (STANISLAS), aide-natur. au Muséum; MOISSAN, agrégé à l'Éc. de pharm.
MOUTIER, examinateur de sortie à l'École polytechnique
MUNTZ, professeur, directeur des laboratoires à l'Institut agronomique; NIVOIT, profess. à l'École des ponts et chaussées.
ODENT, anc. élève de l'École polytechnique; OGIER, dir. du laboratoire de toxicologie à la préfecture de police
PABST, chimiste principal au laboratoire municipal; PARMENTIER, profes. à la Faculté des sciences de Montpellier
PÉCHINEY, directeur des usines de produits chim. du midi; PERSOZ fils, directeur de la condition des soies
POMMIER, industriel; PORTES, pharm. en chef de l'hôpital de Lourcine; PRUNIER, prof. à l'École de pharmacie
RIBAN, directeur du laboratoire de la Sorbonne; ROSWAG, ingénieur civil des Mines
ROUSSEAU, s.-dir. du laboratoire de chimie de la Sorbonne; SABATIER, prof. à la Faculté des sciences de Toulouse
SARRAU, professeur à l'École polytechnique; SCHLAGDENHAUFFEN, dir. de l'École de pharmacie de Nancy
SCHLŒSING, prof. au Conservatoire des arts et métiers; SOREL, anc. ingén. des manuf. de l'État
TERREIL, aide-naturaliste au Muséum; TERQUEM, professeur à la Faculté de Lille
URBAIN, répétiteur à l'École centrale des arts et manufactures; VERNEUIL, professeur de chimie
VIEILLE, ing. des poudres et salpêtres; VILLIERS, agrégé à l'École de pharm.; VINCENT, prof. à l'École centrale
VIOLLE, prof. à la Faculté des sciences de Lyon; WELDON, membre de la Société royale de Londres, etc.

APPLICATIONS DE CHIMIE ORGANIQUE

TOME X

LE PAPIER

Par M. Paul CHARPENTIER

Ingénieur-Chimiste Expert, Essayeur des Monnaies de France.

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS
BIBLIOTHÈQUE

PARIS.

Vve Ch. DUNOD, ÉDITEUR,

LIBRAIRE DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES,

49, Quai des Augustins, 49.

1890

©BIU Santé

AVANT-PROPOS

GÉNÉRALITÉS — HISTORIQUE

L'étymologie du mot papier est connue de tous. Cette étymologie se retrouve dans la langue de presque tous les peuples. En grec, *papuros*, en latin *papyrus*, en anglais *paper*, en allemand *papier*, en italien *papiro*, en espagnol *papel*, en français, *papier*, etc.

Les Égyptiens sont les premiers qui aient fabriqué du papier. Ils paraissent même avoir précédé les Chinois dans cette voie. Ce peuple employait le papier bien avant le règne d'Alexandre le Grand.

Le papier, à cette époque, s'appelait *papyrus*, du nom de la plante qui servait à le fabriquer.

Cette plante croît encore dans certains marais ou sur les bords du Nil, là où la profondeur de l'eau ne dépasse pas deux pieds. Sa tige est triangulaire, elle ne s'élève pas à plus de trois mètres au-dessus de l'eau; surmontée à son sommet par un panache, elle n'a jamais plus de vingt feuilles pouvant être utilisées; ses racines, qui s'étendent fort loin, sont comestibles.

©BIU Santé

C'est à Memphis que l'on attribue la gloire d'avoir la première su faire le papier de *papyrus*, et Lucain semble être de cette opinion lorsqu'il écrit :

Nundum fulmineas Memphis connexere biblos,
Noverat.....

Pline nous a rapporté la façon dont se préparait le papyrus égyptien.

On séparait tout d'abord avec une aiguille la tige de papyrus en lames fort minces, mais aussi larges que possible. Puis on étendait les meilleures sur une table dans toute leur largeur en différents sens. On les humectait avec les eaux du Nil, ce qui suffisait pour les coller ensemble.

Ces feuilles ainsi réunies étaient mises sous une presse, d'où on les retirait pour les faire sécher au soleil.

L'Égypte a longtemps fait le commerce de ce papier, et l'on s'accorde généralement à dire qu'il a été en usage jusqu'au IX^e^ siècle.

D'ailleurs, les feuilles de papyrus ne furent pas les seules employées pour la fabrication du papier dans les temps anciens. Les feuilles desséchées d'autres plantes servirent au même usage.

Comme nous le verrons plus tard, les Chinois et les Japonais on fait, dans des temps fort reculés, un excellent papier, les premiers avec l'écorce du bambou et les seconds avec les racines triturées de certains arbres.

L'usage du papyrus cessa en Europe vers le IX^e^ siècle, quand les relations commerciales de Venise, de Naples et de la Sicile y introduisirent le papier de coton, dont on faisait un grand usage en Orient.

Edrisi écrivait, en 1150, qu'à Xativa, ancienne ville du royaume de Valence, le papier qui s'y fabriquait était excellent et qu'on l'expédiait en Orient et en Occident.

Ce papier de coton était connu sous le nom de *carta bombycina*. Il s'en fit un grand commerce en Orient. Beaucoup de manuscrits grecs nous l'attestent. Cependant son mode de fabrication est resté ignoré et nous ne trouvons dans aucun auteur de détails à ce sujet.

Le papier de coton forme une véritable anomalie dans l'histoire de la fabrication du papier. Il n'est généralement plus connu au moment où les premiers essais de fabrication du papier de chiffons se font jour.

On est incertain sur l'époque précise qui vit naître ce dernier et véritable progrès de l'art qui nous occupe.

On en attribue l'invention à des Grecs réfugiés à Bâle qui, peut-être, avaient quelques souvenirs de l'art de fabriquer le papier de coton en usage dans leur pays et qui en auraient appliqué les manipulations au traitement des chiffons.

Ce qui est certain, c'est que vers le milieu du XIV^e^ siècle parurent les premiers manuscrits sur papier de chiffons, à peu près à l'époque où, dans une cellule de cloître à Strasbourg, le grand Gutenberg inventait l'imprimerie.

©BIU Santé

Au commencement du XIV^e^ siècle il existait, à Fabriano, dans le Picenum et à Colle, en Toscane, des fabriques de papier ayant des cours d'eau pour moteurs.

Bodoni tirait des fabriques de Fabriano le papier de ses magnifiques éditions.

En France, la fabrication du papier remonte au XIV^e^ siècle également. Les villes de Troyes et d'Essonnes sont les plus anciennement citées pour cette industrie.

L'Allemagne s'y livra vers la même époque. En 1390, il existait une fabrique de papier à Nuremberg.

L'Angleterre ne fabriqua du papier que fort tard; pendant longtemps elle l'achetait à la France.

C'est en 1588 que la reine Élisabeth accorda à son joaillier John Spilman le droit de construire un moulin à papier, et l'on prétend que cette papeterie fut la première que posséda l'Angleterre.

Jusqu'au milieu du XVIII^e^ siècle, on ne fabriquait en Angleterre que des papiers très communs. C'est seulement vers 1770 que Whatman, après avoir voyagé sur le continent, où il apprit comme ouvrier la fabrication du papier, établit quelques cuves à Maidstone.

Les papiers que l'on y fabrique encore aujourd'hui ont, comme on le sait, une grande réputation.

A l'époque où l'art de fabriquer le papier fut introduit en Europe, dit M. Didot, on écrivait et on imprimait sur parchemin (peau de mouton), ou sur vélin (peau de veau).

Pour entrer tout d'abord en concurrence avec ces peaux, le papier dut offrir une grande solidité.

Il fut donc fabriqué avec d'excellents chiffons de toile de chanvre et de lin non blanchis ni lessivés par les procédés généralement en usage aujourd'hui, et qui ont le désavantage d'énerver les fibres végétales.

La pâte fut lentement triturée au moyen de pilons, et le papier fabriqué à la main fut ensuite fortement collé.

Aussi ces papiers, durcis par la colle animale, ont-ils conservé jusqu'à nos jours leurs primitives qualités.

Ce fut en 1750 que Baskerville, pour éviter les rugosités que les papiers offraient jusqu'alors, fit fabriquer, au moyen de formes d'un tissu plus serré, des papiers plus fins, plus favorables surtout à l'impression des gravures, auxquels il donna le nom de *papier vélin*.

Jusqu'alors les chiffons étaient réduits en pâte à papier au moyen de pilons rangés en batteries. Ce moyen était lent, exigeait une force motrice considérable et occupait beaucoup de place.

La Hollande, privée de cours d'eau et n'ayant que des moulins à vent pour moteurs, dût chercher la première à économiser une force aussi variable et aussi faible, qui mettait en mouvement les batteries de maillets.

©BIU Santé

Ce pays, si renommé encore aujourd'hui pour ses beaux papiers collés, inventa les cylindres armés de lames tranchantes en acier pour déchirer promptement les chiffons.

C'est à la fin du siècle dernier que furent faits à Essonnes, dans la papeterie Didot, les premiers essais de la machine à papier continu, dont l'idée première est due à Robert. Quelques feuilles de papier continu y furent obtenues, mais les circonstances politiques firent avorter ces premiers essais.

Ils furent repris quelques années plus tard par Didot et Gamble, et la fabrication du papier continu devint bientôt l'une des plus belles découvertes du XIX^{e} siècle.

Grâce à l'habileté du mécanicien Donkin, alors employé dans les ateliers de Hall, où furent fabriquées les pièces de machines, les difficultés qui, jusqu'alors, avaient empêché la complète réussite, furent vaincues.

Cette première machine continue fut installée en 1803 à Frogmore, dans le comté d'Hertford. L'année suivante, une seconde machine perfectionnée marchait à Two-Waters. En 1810, Berthe mit à exécution cette belle invention française dans la fabrique de Saint-Roch, près Anet.

D'autre part, en 1809, John Dickenson, dans sa papeterie de Nash-Mill, près de Two-Waters, inventait un autre procédé pour fabriquer du papier continu au moyen d'un système d'aspiration opérant le vide dans un cylindre recouvert d'une toile métallique soutenue par des traverses ou *pontuseaux* en cuivre.

L'aspiration, exercée intérieurement dans ce cylindre tournant dans une *pile* remplie de pâte, où il plonge à moitié, fait que la pâte s'applique aux parois de la toile et forme la feuille de papier, qui, détachée du cylindre au fur et à mesure qu'elle s'y forme, vient s'appliquer sur un autre cylindre recouvert d'un feutre, et devient continue.

Le système de cette machine, connue sous le nom de *Dickenson*, comme la précédente porte le nom de *Didot*, offre certains avantages, compensés par des inconvénients.

Le papier Dickenson est plus nébuleux; mais les fibres de la pâte à papier, condensées par l'aspiration, laissent les pores plus ouverts, ce qui facilite l'impression.

L'application des pompes aspirantes à la machine *Didot* a enlevé à la machine *Dickenson* l'avantage qu'offrait l'aspiration opérée dans le cylindre pour éviter l'écrasement de la feuille à la première pression.

C'est à Canson, d'Annonay, qu'est due cette heureuse idée des pompes aspirantes, qui a facilité et perfectionné la fabrication du papier, puisque, par leur action incessante, on soutire une partie de l'eau dont la feuille est imbibée lors de sa formation, en sorte que cette feuille, devenue plus compacte, s'écrase beaucoup moins lorsqu'elle passe sous la première pression.

C'est en 1826 que Canson appliqua ce système d'aspiration au-dessous de la toile métallique sur laquelle se forme le papier.

©BIU Santé

En 1839, Crompton obtint un effet à peu près semblable au moyen d'un ventilateur placé sous la toile métallique.

C'est en 1840 que *de Bergue* imagina les sabliers. Ces appareils, comme leur nom l'indique, retiennent les graviers et les autres impuretés qui s'opposent à la régularité de l'impression.

Puis vint l'introduction du kaolin dans le papier, qui le rendit plus apte à recevoir les impressions de gravures.

Peu à peu, le chiffon devenant de plus en plus rare et par suite de plus en plus cher, on s'ingénia de tous côtés à le remplacer par une foule de matières dont nous nous occuperons bientôt.

L'industrie de la fabrication du papier éprouva successivement depuis une cinquantaine d'années de profondes modifications tant dans les conditions économiques de sa production que dans la nature des machines ou des procédés chimiques employés.

Remarquons que pendant de longues années, dans les principaux États de l'Europe, la fabrication du papier s'est établie et développée sous le régime d'une protection poussée excessivement loin, consistant dans la prohibition presque absolue des matières premières.

Le matériel de cette industrie dût ensuite se transformer dans une certaine mesure pour répondre aux nouveaux besoins créés par la conclusion des différents traités de commerce.

La transformation la plus profonde porte nécessairement sur la partie du matériel qui sert à préparer la pâte même du papier.

Aux chiffons, dont la rareté de plus en plus grande, augmentait considérablement le prix, les industriels, comme nous venons de le dire, substituèrent une série de substances auxquelles on donna le nom de succédanées des chiffons.

Ce furent généralement des substances filamenteuses brutes à qualités variables, mais qui, en résumé, vinrent combler la lacune considérable due à la pénurie des chiffons.

Après avoir successivement essayé d'employer presque tous les végétaux textiles connus pour les faire entrer dans la composition des papiers ordinaires, les fabricants se sont la plupart du temps arrêtés à un petit nombre de ces végétaux, dans lesquels la ténacité des fibres se combine au bon marché du traitement chimique, ainsi qu'à l'abondance avec laquelle la nature les met à notre disposition.

Nous verrons que les pailles diverses de blé, de seigle, d'avoine, l'alfa d'Afrique, le jute de l'Inde, les fibres du bois, etc., sont les succédanées les plus employées.

Ajoutons, avec M. Orioli, que si les machines de papeterie se sont profondément transformées, il en est de même des divers traitements chimiques usités dans cette industrie.

©BIU Santé

Nous savons que le lessivage, le blanchiment, l'azurage, la coloration, opérations fondamentales de la papeterie, étaient inconnues des fabricants du dernier siècle.

Il faut reconnaître que les papiers les plus beaux du XVIII[e] siècle seraient aujourd'hui rejetés comme rebut. Ils étaient très tenaces, mais ne présentaient aucune des qualités d'aspect extérieur, si recherchées et si appréciées aujourd'hui.

On a souvent voulu faire le procès du papier à la machine, en cherchant à établir la supériorité sur ce dernier du papier à la cuve ou à la forme. Mais il ne faut pas confondre les qualités que l'on demande à l'un ou à l'autre de ces papiers.

Les papiers d'impression, que l'on voudrait voir plus résistants, ne sauraient acquérir cette qualité qu'au détriment de la netteté d'impression et surtout du prix de revient.

Certains papiers spéciaux, il est vrai, comme les papiers dits de sûreté, billets de banque, etc., dont la durée est une condition essentielle doivent, continuer à se fabriquer par les anciens procédés de la cuve.

Ajoutons que la machine ne pourra jamais produire les filigranes si nets et si doux auxquels l'ouvrier peut donner naissance dans le travail à la main.

Mais il n'en est pas moins vrai qu'aujourd'hui la fabrication à la cuve est tout à fait exceptionnelle, et que le papier à la machine s'est substitué à l'autre dans la plupart des cas.

©BIU Santé

LE PAPIER

Par M. Paul CHARPENTIER

TITRE PREMIER

MATIÈRES PREMIÈRES — CHIFFONS — SUCCÉDANÉS DES CHIFFONS

CHAPITRE PREMIER

MATIÈRES PREMIÈRES — CHIFFONS

MATIÈRES PREMIÈRES

Les matières premières utilisées par l'industrie du papier sont très nombreuses et très diverses.

Elles comprennent en premier lieu toutes celles qui sont aptes à former la substance même du papier; en second lieu celles qui sont employées pendant le cours de la fabrication à l'élaboration et au traitement des premières.

Nous énumérerons d'abord les secondes simplement, pour revenir ensuite aux premières qui demandent une étude approfondie.

©BIU Santé

Les substances employées dans le cours de la fabrication sont :

1° Celles propres au lessivage :

La chaux caustique,
Les sels de soude à 80 degrés,
Les cristaux de soude à 36 degrés,
Les sels de potasse ;

2° Les matières servant au blanchiment qui sont :

L'acide chlorhydrique,
L'acide sulfurique,
Le peroxyde de manganèse,
L'hypochlorite de chaux,
Le bisulfite de soude,
Les sulfites de soude,
Le chlorure de sodium ;

3° Les substances employées dans le collage, qui sont :

La résine,
Le sel de soude,
La fécule,
L'alun,
La gélatine,
Le sulfate de zinc ;

4° Puis diverses matières minérales :

Le kaolin,
Le sulfate de chaux,
Le sulfate de baryte,
La craie,
Les argiles;

5° Enfin les principales matières colorantes, c'est-à-dire :

L'outremer,
La cochenille,
Les couleurs d'aniline,
Les bois de teinture,
L'azotate de plomb,
L'acétate de plomb,
Le chromate de potasse,
Le sulfate de fer,
Le cyanoferrure de potassium,
Le chlorure d'étain,
Le noir de fumée,
La noix de Galle,
Les ocres.

Quant aux matières premières, destinées à entrer dans la composition

©BIU Santé

même du papier, elles se divisent en deux grandes classes, les **chiffons** et les **succédanés des chiffons**.

Considérées au point de vue général, les matières premières destinées à la fabrication du papier présentent des caractères communs que l'on peut facilement définir. Toutes doivent pouvoir, après une épuration aussi complète que possible, être amenées à l'état de cellulose fibreuse et résistante.

Cette cellulose doit remplir une condition indispensable.

Après avoir subi l'action des agents chimiques (eau, soude, chaux, chlore, etc.), qui la débarrassent des substances étrangères (matières azotées, grasses, colorantes, salines, etc.), la cellulose doit rester sous forme de filaments plus ou moins allongés, assez souples pour se feutrer en s'entrecroisant.

Pendant longtemps les matières premières employées à fabriquer le papier furent des substances filamenteuses spéciales, des fibres textiles provenant du lin, du chanvre, du coton qui, après un long usage à l'état de tissus ou de cordages, arrivaient dans les papeteries sous forme de *chiffons* ou d'étoupes.

CHIFFONS

La matière première dont les fabricants de papier se sont servis à l'exclusion de toutes autres, pendant plusieurs siècles, n'était pas de la nature de celles que l'on peut ensemencer et récolter à volonté. Le chiffon est un résidu dont la quantité est limitée.

Les pays les plus civilisés conservèrent longtemps avec soin cette matière indispensable au moyen de droits prohibitifs à la sortie.

L'Angleterre, l'Amérique, la France elle-même qui produit les meilleurs chiffons allaient s'approvisionner de cette précieuse denrée dans les contrées les plus éloignées.

Depuis que la consommation du papier a pris dans le monde entier de colossales proportions, la nécessité a fait rechercher dans les plantes textiles d'un prix modéré, les éléments propres à concourir avec le chiffon à la fabrication du papier, ou même à le remplacer complètement.

De là est née la question des succédanés des chiffons, c'est-à-dire des pâtes susceptibles de produire du papier blanc, d'un emploi courant pour l'impression des journaux et celle des livres, obtenues soit par des procédés chimiques, soit par des procédés mécaniques.

En général les chiffons les plus employés proviennent des tissus de chanvre, de lin et de coton.

Ceux qui proviennent des tissus de laine sont employés seulement pour les pliages communs; nous avons vu d'ailleurs lorsque nous avons étudié les **Textiles**, qu'ils étaient utilisés à nouveau comme laines de dernière catégorie.

Chiffons mixtes de laine et de coton.

Les chiffons mixtes, riches en laine, d'une qualité encore passable, sont soumis à des procédés ayant pour effet la destruction de la fibre végétale, ou son isolement et sa séparation de la fibre animale.

©BIU Santé

Cette question a pris dans ces dernières années une assez grande importance pour que nous insistions sur ce point.

Actuellement le commerce des tissus donne naissance à de nombreux mélanges de laine et coton, dont la fabrication prend chaque jour un développement plus considérable; il en résulte des chiffons où les fibres végétales et animales sont mélangées en proportions variables.

Tels sont encore les chiffons désignés sous le nom de *lisières* (*seams*), c'est-à-dire les rognures enlevées à l'aide de ciseaux par les trieuses de chiffons de laine destinés à la machine qui les déchire pour en faire de nouveau de la laine (*ragwool*).

La raison qui fait écarter ces lisières de la machine, c'est qu'elles sont traversées dans toute leur longueur par un fil de coton ou de lin, ou bien qu'elles contiennent une bordure en coton ou autre fibre végétale.

Dans les chiffons de cette espèce, c'est-à-dire les chiffons mixtes, les différentes natures de fibres se nuisent réciproquement.

C'est ainsi que le fabricant de papier ne peut utiliser avantageusement le coton qu'ils renferment, à cause de la laine dont la présence parsemerait le papier de taches de rousseur.

De même, le manufacturier ne peut tirer un bon parti d'une laine qui renferme du coton, parce que plus tard le mélange de ce coton dans les tissus manufacturés ferait ressortir, après la teinture, des filaments d'une nuance beaucoup plus pâle.

Il y a là, comme on le voit, une difficulté que l'on a cherché à résoudre de diverses façons.

On peut tout d'abord désagréger le coton par l'action des acides, de manière à conserver la laine.

On peut aussi dissoudre la laine à l'aide des alcalis caustiques qui laissent le coton intact et par suite utilisable. Mais chacune de ces deux solutions exige le sacrifice de l'une des matières pour rendre possible l'utilisation de l'autre.

Dans le premier cas la méthode la plus généralement suivie consiste à bien imprégner les chiffons d'une eau renfermant 5 à 10 p. 100 d'acide sulfurique ou chlorhydrique. On laisse égoutter, on exprime légèrement, puis on les étend sur les planches d'un séchoir, dont on porte peu à peu la température vers 90 à 100 degrés.

On les laisse pendant plusieurs heures, suivant que les chiffons sont plus ou moins forts.

Par l'effet de l'évaporation de l'eau, l'acide se rencontre dans les chiffons et, à l'aide de la chaleur, réagit sur la fibre végétale, transforme la cellulose en matières gommeuses et sucrées. Par suite de cette transformation, les fibres végétales deviennent très friables, et peuvent ensuite être séparées mécaniquement des fibres laineuses qui ont conservé leurs qualités textiles.

Cependant ce procédé doit être exécuté avec beaucoup de précaution et être bien surveillé, parce que, sous l'influence des acides et de la température élevée, la laine peut être altérée, perdre sa douceur et en partie aussi la propriété de se feutrer avec facilité.

Quelques fabricants opèrent, pour cette raison, de la manière suivante : au

©BIU Santé

lieu d'exposer les chiffons secs à une température élevée, ils les font sécher à une douce chaleur (40 à 50 degrés), puis les soumettent au vaporisage, c'est-à-dire à un courant de vapeur plutôt sec que humide. Après le vaporisage, on fait de nouveau sécher. La fibre végétale est alors devenue friable et pulvérulente.

Pour des chiffons mixtes de très belle qualité, on substitue quelquefois aux acides sulfurique et chlorhydrique, des solutions d'acide oxalique, d'hydrochlorate d'albumine, qui détruisent les fibres végétales sans attaquer sensiblement la laine.

Au lieu d'opérer à sec, on peut traiter les chiffons mixtes par voie humide. Tel est le procédé Leloup.

D'après ce procédé, on prépare dans une cuve en bois un bain d'acide chlorhydrique étendu de 3 à 4 fois son volume d'eau. Au moyen d'un jet de vapeur, on chauffe le bain à 90 degrés environ, en même temps qu'on y plonge les chiffons. On arrête le jet de vapeur dès que le bain paraît vouloir arriver à l'ébullition. Au bout de 30 ou 40 minutes, la fibre végétale est dissoute: on enlève alors les chiffons, on les fait égoutter dans le bain (qui peut servir à plusieurs reprises), puis on les exprime.

On peut alors les laver à l'eau, jusqu'à disparition de toute acidité; mais il est préférable de les jeter, encore un peu acides, dans une solution de carbonate de soude, en remuant fortement. La soude sature l'acide en même temps qu'il se dégage de l'acide carbonique, lequel, s'échappant du milieu des fibres de laine, les soulève, les gonfle et les sépare les unes des autres.

La quantité de carbonate de soude doit être suffisante pour saturer l'acide. La laine est ensuite parfaitement lavée à l'eau courante; pour la rendre douce, on lui fait subir un passage dans un bain tiède de savon, suivi d'un nouveau lavage, et l'on fait enfin sécher à une douce chaleur.

Procédé anglais de M. Stuart. — Ce procédé repose sur ce fait que la laine imprégnée d'un sel d'alumine n'est point sujette à perdre de ses qualités sous l'influence de l'acide chlorhydrique et d'une température élevée.

On dissout 50 kilogrammes de sulfate d'alumine du commerce

$$Al^2O^3 3SO^3 + 18HO$$

et 25 kilogrammes de sel marin dans 450 litres d'eau.

Avec cette solution on imprègne les chiffons, on les laisse égoutter, on presse légèrement, on fait sécher, puis on expose pendant plusieurs heures à une température de 90 degrés centigrades.

Le sulfate d'alumine forme, avec le sel marin, par double décomposition, du sulfate de soude et du chlorure d'aluminium. Ce dernier se décompose en alumine et en acide chlorhydrique libre (en même temps qu'il se forme une certaine quantité de bisulfate de soude) sous l'influence de la chaleur, et l'acide libre corrode les fibres végétales. Celles-ci deviennent très friables et peuvent ensuite être séparées mécaniquement sous forme de poussière.

Pour des chiffons forts et épais, on emploie une solution beaucoup plus concentrée renfermant, sur 450 litres d'eau, 75 kilogrammes de sulfate d'alumine et 40 kilogrammes de sel marin.

©BIU Santé

Au lieu de faire sécher et de chauffer ensuite à sec les chiffons imprégnés, on peut aussi les faire bouillir avec la solution ou les vaporiser au moyen d'un jet de vapeur humide, jusqu'à ce que la fibre végétale soit devenue friable ou même soluble dans l'eau.

Un autre procédé anglais consiste à traiter les chiffons mixtes avec de l'acide sulfurique faible; on laisse ensuite égoutter, on exprime l'excès de liqueur acide, puis on fait sécher les chiffons par un courant d'air chaud dans des tamis en toile métallique qu'un mécanisme tient constamment en mouvement.

Les chiffons sont ensuite introduits dans du sable chauffé, où ils sont manipulés jusqu'à ce que, par suite de la friction contre les grains de sable, tout le coton ait été pulvérisé et détaché. La séparation du sable et des fibres de laine, qui, dans ce procédé, se conservent d'une certaine longueur, se pratique enfin très facilement par moyens mécaniques. Ce procédé, quoique donnant de bons résultats, est dispendieux.

Nous pensons que le moyen le plus rationnel et le plus économique consiste dans l'emploi d'un bain d'acide sulfurique ou d'acide chlorhydrique renfermant, sur 100 parties d'eau, 3 à 5 p. 100 d'acide. On laisse bien égoutter, on essore ou l'on exprime un peu, et l'on fait sécher lentement, en portant peu à peu la température de l'étuve ou celle du courant d'air sec à 70 degrés, et dans certains cas jusqu'à 90 degrés. Cette température devra être maintenue pendant plusieurs heures, et d'autant plus longtemps que la fibre végétale à corroder ou à détruire est plus forte et plus résistante.

Si l'on tient bien à garantir la laine, il sera utile de la mordancer en alumine, ce qui se fait tout simplement en ajoutant au bain acide 1 à 2 p. 100 de sulfate d'alumine du commerce ou même d'alun ordinaire.

Le procédé que nous allons maintenant décrire remédie à certains inconvénients inhérents aux traitements précédents; il a l'avantage d'utiliser à la fois les deux matières mélangées et de n'exiger que l'intervention de l'eau appliquée sous forme de vapeur à haute pression.

Ce procédé peut s'employer pour traiter, non seulement les chiffons mixtes, mais encore les résidus de chiffons provenant de tas triés déjà, et auxquels on donne le nom de *chiffons pour engrais* (*land rags*).

1° La séparation des matières est opérée de manière que chacun des principes constituants soit obtenu sous une forme acceptable par le commerce, c'est-à-dire la matière animale à l'état d'engrais pulvérulent, et la matière végétale sous forme fibreuse propre à la préparation de la pâte à papier;

2° La disgrégation de la matière animale est produite sans l'aide de préparations chimiques et simplement par l'action de la vapeur d'eau;

3° La séparation de la fibre végétale est obtenue par voie sèche, au moyen d'un battage mécanique et d'un tamisage.

Voici comment on procède :

Les chiffons mixtes ou autres résidus analogues sont introduits dans un digesteur autoclave ordinaire, puis soumis pendant environ trois heures à l'action de la vapeur d'eau sous une pression qui varie de 3 kilogrammes à 5 kilogrammes.

©BIU Santé

La pression et la température sont différentes, suivant la nature des chiffons soumis au traitement. Ainsi la laine exige une température plus élevée que le cuir, par exemple, et moindre que la soie. Les matières condensent une certaine quantité de vapeur et en absorbent la chaleur.

Sous l'influence combinée de l'humidité et de la chaleur, la matière animale se convertit en une substance friable qui conserve cependant encore la forme et l'aspect primitifs. Il en résulte que la laine des chiffons mixtes se présente avec la même apparence fibreuse que celle qu'elle possédait avant le traitement; mais dès qu'on la manipule elle tombe en poussière.

Un mécanisme broyeur et batteur ordinaire peut alors réduire rapidement en poudre ce produit friable et le détacher de la matière végétale dont les fibres sont, au contraire, restées intactes, en sorte qu'au moyen d'un tamis, dont la machine est munie et qui laisse passer seulement la poussière animale, la séparation s'effectue facilement.

Cette poussière, emmenée par une vis d'Archimède, est reçue par un monte-charge qui l'apporte au-dessus des sacs destinés à la recevoir, tandis que la fibre végétale retenue sur le tamis est livrée à la papeterie pour être convertie en pâte.

Le produit fibreux ainsi obtenu, c'est-à-dire la matière première pour la pâte à papier, se compose principalement de coton; souvent il renferme une petite proportion de chanvre ou de lin qui en augmente la ténacité, par suite la valeur.

Le plus souvent, la fibre est mise en liberté sous forme de longs fils parallèles provenant de la chaîne du tissu. Mais fréquemment aussi elle se présente sous forme de morceaux de chiffons ordinaires qui proviennent de pièces de calicot ayant servi de doublure au tissu mixte.

La chaîne de coton des tissus mixtes étant ordinairement teinte en couleurs solides, souvent en noir, et ayant une certaine tendance à retenir une petite proportion de poussière de laine altérée, il est utile de soumettre ce genre de chiffons à une pression ainsi qu'à une température un peu plus élevées que celles ordinairement employées pour les chiffons ordinaires de couleur avec lesquels, sous tous les autres rapports, ils marchent de pair comme matière première de pâte à papier.

Le produit animal sort de la machine sous forme d'une poudre de couleur foncée mêlée de fragments plus gros de la même matière, qu'on sépare par un tamisage et que l'on pulvérise ensuite à part.

Cette poudre, ainsi préparée industriellement, renferme en moyenne 12 p. 100 d'azote.

La majeure partie de cet azote s'y présente comme partie constituante du produit même dérivé de la laine, lequel produit est une combinaison organique particulière, partiellement soluble, et dont la solubilité augmente avec la quantité d'humidité fournie aux chiffons pendant le traitement par la vapeur.

Tel qu'il est fabriqué, ce produit constitue un engrais d'une grande puissance ammoniacale, la totalité de l'azote pouvant être mise en liberté à l'état d'ammoniaque.

La rapidité de cette transformation et du développement ammoniacal tien

©BIU Santé

le milieu entre l'action fertilisante des chiffons ordinaires, qui sont considérés comme un engrais trop lent et celle du guano, par exemple, dont les effets sont souvent trop rapides.

Cet engrais présente généralement une composition se rapprochant de la suivante :

Eau	12	
Matière organique	74	renfermant 11 d'azote.
Ammoniaque	2	
Oxydes de fer, d'alumine, etc.	3	
Carbonate de chaux	2	
Alcalis	1	
Matières siliceuses insolubles	6	
	100	

CLASSIFICATION — PRIX DES CHIFFONS

Les chiffons employés couramment par l'industrie du papier, portent diverses dénominations, qui sont, en France, les suivantes :

Blancs fins de fil.
Blancs ordinaires.
Cotons blancs.
Cotons de couleur.
Bulles et emballages.

Ces diverses sortes ont des valeurs commerciales très différentes, aussi les fabricants doivent-ils apporter un grand soin dans le triage et la classification de ces matières lors de leur livraison à l'usine.

L'Allemagne n'admet que trois catégories :

Les blancs.
Les demi-blancs.
Les chiffons colorés et les emballages.

La Belgique, par contre, adopte le plus souvent de nombreuses subdivisions, qui sont :

La toile blanche.
La toile écrue.
La toile grise, brune ou bleue.
Le coton blanc.
Le coton de couleur.
Les draps de maison.
Les emballages à café.
Les déchets de lin première qualité.
Les déchets de lin deuxième qualité.
Les cordes et emballages pailleux première qualité.
Les cordes et emballages pailleux deuxième qualité.
Les cordes de chanvre.

©BIU Santé

Les cordes d'aloès.
Le petit gris.
Les rognures blanches.
Les rognures demi-blanches.
Les rognures grises et le vieux papier.

En général, les chiffons renferment une certaine quantité d'humidité qui ne doit pas dépasser 10 p. 100 pour les qualités communes ou grossières.

On arrive facilement à reconnaître la qualité des chiffons par le simple toucher. Cette qualité est très variable. Elle dépend surtout de la provenance des matières. Ceux qui sont récoltés dans les grandes villes sont généralement moins bons, parce qu'ils proviennent de tissus qui ont été souvent soumis à des blanchissages trop énergiques qui les ont brûlés.

Au contraire, les campagnes fournissent des chiffons plus grossiers, renfermant de nombreux raccommodages très avantageux pour la fabrication même du papier.

Comme nous l'avons dit, la valeur des chiffons est très variable; leur prix est la principale base du prix des papiers, et cette valeur des chiffons est presque toujours en rapport avec le degré de richesse et de prospérité des divers peuples.

En 1850, la valeur des chiffons blancs était la suivante :

En Amérique	70 francs les 100 kilogrammes.	
En Angleterre	63	—
En France	50	—
En Allemagne	48	—
En Autriche	30	—
En Suisse	45	—
En Belgique	48	—
En Hollande	50	—
En Italie du Nord	36	—
En Italie du Sud	31	—
En Espagne	43	—
En Russie	40	—
En Danemark	48	—
En Suède	44	—

En Angleterre, l'abondance de cordes, de voiles, d'emballages, dont la fibre n'est point énervée par les teintures diverses, par l'usure, par les lessivages et les blanchiments trop énergiques, compense la débilité qui résulte de l'innombrable quantité de chiffons de coton très usés que fournissent les populations.

Il en est de même aux États-Unis.

Les papeteries d'Angleterre trouvent dans les filatures de coton de Manchester et d'autres villes un puissant secours, car le poids des déchets de coton s'y élève annuellement à d'énormes quantités. Malgré la perte résultant des diverses opérations pour les dégraisser et les nettoyer, perte qui dépasse quelquefois 60 p. 100, la solidité de cette matière première, lorsqu'elle n'a encore rien perdu de sa force primitive, compense avantageusement les frais de manutention qu'exige cette matière encore toute neuve.

©BIU Santé

Les pays du Nord sont généralement dans de bonnes conditions pour la nature des chiffons où le chanvre et le lin dominent.

La France, malgré la grande quantité de coton qu'elle reçoit également, et dont une importante partie est transformée en chiffons, se trouve dans de plus favorables conditions sous le rapport des matières premières telles que le chanvre et le lin; mais malheureusement, surtout dans les grandes villes, ces chiffons sont brûlés par des blanchiments trop caustiques, ce qui enlève beaucoup de solidité aux papiers qui en proviennent.

Aujourd'hui, le prix des chiffons blancs est à peu de chose près le même qu'il y a quarante ans :

	LES 100 KILOG. — Francs.
En France les chiffons blancs valent de	45 à 55
— les chiffons de toile et coton.	40 à 45
— les chiffons de coton.	20 à 25
— les chiffons bulles	20
— les cordes	20 à 22
— les rognures de papier.	10 à 20

Nous nous occuperons un peu plus loin de toutes les opérations préparatoires que l'on fait subir aux chiffons, mais au préalable nous avons à parler des succédanés, que la pénurie de plus en plus grande des chiffons et la consommation constamment progressante du papier a fait essayer, puis employer dans l'industrie de la papeterie.

©BIU Santé

CHAPITRE II

SUCCÉDANÉS DES CHIFFONS

La consommation du papier a pris à notre époque de telles proportions que les débris de chiffons sont devenus depuis longtemps fort insuffisants.

Si l'on n'avait pas trouvé le moyen de remplacer cette matière première tout d'abord en partie, puis ensuite complètement, en introduisant dans la fabrication des papiers un certain nombre d'autres substances, il n'y aurait pas eu de limites à la hausse des chiffons. L'industrie a donc dû se préoccuper d'extraire directement de certains végétaux la cellulose fibreuse qui constitue le papier.

Le papier de chiffons qui, au retour des croisades du moyen âge, avait détrôné le parchemin, lequel avait déjà fait disparaître les tables de pierre ou de bronze, les tablettes de cire, de bois ou d'ivoire, ainsi que l'antique papyrus, s'est vu à son tour remplacé sur une très grande échelle par les papiers de bois, de paille, de sparte, etc.

Chaque jour, la consommation du papier s'accroît, tandis que la production du chiffon reste stationnaire; elle diminue même plutôt, par suite de l'introduction parmi les étoffes destinées aux vêtements usuels de tissus formés de laine et de coton. L'usage de ces derniers tissus qui, en définitive, sont fort peu propres à la fabrication du papier, a pris successivement une extension croissante et tend à supplanter, dans beaucoup de cas, celui des étoffes de coton ou de lin.

Le chiffon, nous l'avons dit, est une matière première unique en son genre, qu'il est impossible de fabriquer directement et dont on ne peut augmenter la production comme celle des autres substances employées généralement par l'industrie. Sa récolte est soumise à un maximum inévitable, que des perfectionnements rationnels dans la préparation du lin, du chanvre et du coton dans la filature ou le blanchissage de ces divers textiles ne peuvent que faire baisser.

Le seul remède que l'on puisse apporter au fâcheux état de choses qui se

©BIU Santé

produirait si l'on était réduit à l'emploi seul des chiffons pour fabriquer le papier, consiste à rechercher des matières pouvant les remplacer, on en a trouvé jusqu'ici un certain nombre, qui sont désignées sous le nom de *succédanés des chiffons*.

Les succédanés des chiffons peuvent appartenir, soit au règne minéral, soit au règne végétal.

Les premiers sont peu employés, leur usage constitue souvent une fraude, et en tous cas contribue à l'abaissement de la qualité du papier.

Nous citerons seulement le *kaolin* (terre à porcelaine), appelé *lenzine* en Allemagne et *china-clay* en Angleterre; puis le sulfate de chaux, le carbonate de chaux, le silicate de chaux, le phosphate de chaux, le carbonate et le sulfate de baryte, le silicate de magnésie, la magnésie calcinée, l'oxyde et le carbonate de zinc, le carbonate de plomb, le marbre, l'albâtre, les coquilles d'huîtres calcinées, plusieurs ocres et plusieurs argiles, etc.

Les argiles jaunâtres et les ocres sont employés dans la fabrication des papiers communs, les papiers d'emballage et les cartons.

Le silicate de magnésie et la magnésie calcinée possédant des propriétés absorbantes, conviennent principalement pour la lithographie et la taille-douce.

Le kaolin et les autres matières minérales s'emploient pour toutes les sortes de papier, excepté pour certains papiers fins.

Les succédanés minéraux constituent ce que l'on nomme la *charge* du papier. Pour les employer, on les divise dans l'eau avec soin, puis on ajoute 50 p. 100 de fécule de pomme de terre à l'état d'amidon; on mélange le tout avec une dissolution de savon résineux, puis on précipite par un mordant tel que l'alun. Il ne reste plus qu'à bien moudre la pâte.

Les succédanés organiques sont de beaucoup les plus importants. On peut poser comme axiome que *tout textile est un papyrifère*.

Mais tout d'abord il y a lieu de poser les conditions du problème.

Pendant longtemps, les tentatives faites pour remplacer les chiffons n'ont pas réussi. Leur insuccès résultait généralement de l'une ou l'autre des causes suivantes :

1° Quelques fibres exigent tant de dépenses pour être amenées à l'état dans lequel on les offre aux fabricants de papier, qu'elles ne peuvent, au point de vue du prix de revient, constituer un avantage sur l'emploi des chiffons;

2° Certaines fibres perdent tant de poids pendant les opérations qu'on leur fait subir, que leur emploi cesse d'être économique;

3° Certaines fibres, que leur contexture rend très propres à la fabrication du papier, opposent au blanchiment tant de résistance qu'elles ne peuvent convenir pour la fabrication du papier blanc.

QUALITÉS A RECHERCHER DANS LES SUCCÉDANÉS

M. A. Girard a étudié cette question il y a quinze années. A l'aide du microscope, ce chimiste a déterminé les caractères particuliers de chacune des princi-

©BIU Santé

pales fibres, puis a formulé les conditions suivantes que doivent remplir les fibres pour être utilement employées dans la fabrication du papier :

1° On ne doit pas se préoccuper outre mesure de la longueur des fibres destinées à la fabrication du papier.

En effet, la pâte finie, raffinée, est formée de tronçons mesurant tantôt $\frac{3}{10}$ à $\frac{5}{10}$ de millimètre c'est le raffiné court, tantôt 1 millimètre à $1^{mm},5$ c'est le raffiné long. Rarement cette longueur est dépassée. Or, il n'est aucune fibre végétale dont la longueur ne soit supérieure à celles que nous venons d'indiquer. On peut donc dire que toutes les fibres végétales sont assez longues pour fournir du papier.

Une considération très importante est celle-ci : il faut que la fibre soit mince, allongée, il faut en un mot, que le rapport de sa longueur à son diamètre soit considérable. Ce rapport dans la fibre recoupée et coulée à la raffinerie doit être au minimum égal à 50.

3° La fibre doit être élastique, elle doit pouvoir se contourner sur elle-même avec facilité, c'est à ce prix seulement que le feutrage donne à la feuille de la solidité.

4° Par contre, la ténacité de la fibre n'a qu'une importance secondaire. En effet, lorsqu'une feuille de papier se déchire, les fibres généralement ne se rompent jamais, elles échappent entières en glissant entre leurs voisines.

En s'appuyant sur ces principes, M. A. Girard, a classé ainsi les diverses matières employées dans la fabrication du papier :

1° *Fibres rondes fraîchement nervurées.* — Dans cette classe on ne peut guère ranger que deux sortes de fibres, celles du chanvre et du lin.

2° *Fibres rondes, lisses ou faiblement nervurées.* — Cette catégorie comprend le sparte, les jutes, le phormium, le palmier nain, enfin le houblon et la canne à sucre.

3° *Matières fibrocellulaires.* — Cette classe ne comprend qu'une seule matière; c'est la pâte obtenue en soumettant la paille de seigle ou de blé à l'action de lessives caustiques marquant de 4 à 5 degrés Baumé, et portées sous pression à la température de 130 à 145 degrés pendant plusieurs heures.

Elle est nettement caractérisée par la coexistence dans le produit lessivé de fibres et de cellules.

4° *Fibres plates.* — Cette classe comprend les fibres de coton, celles extraites du bois par procédés chimiques, celles de l'agave, du mûrier à papier et enfin du bambou.

5° *Matières imparfaites.* — On peut, sous cette dénomination, ranger les matières qui ne sont pas des matières fibreuses à proprement parler, mais bien de faisceaux de fibres encore adhérentes entre elles, quelquefois en petit nombre comme dans la pâte obtenue par mouture mécanique du bois, d'autres fois, au contraire, en nombre considérable constituant alors de véritables bûchettes courtes et larges.

Dans les deux cas d'ailleurs, l'élément séparé mécaniquement du bois est,

©BIU Santé

non pas une fibre élastique, mais un fragment rigide incapable de se contourner, de donner par conséquent un feutrage solide et dont l'introduction dans les papiers ne peut pas toujours donner des résultats entièrement satisfaisants.

Avant d'entreprendre l'étude détaillée des diverses matières qui ont été proposées, puis employées comme *succédanées* des chiffons dans l'industrie du papier, montrons tout d'abord que l'idée d'employer à cet usage les végétaux en général n'est pas une idée nouvelle.

Desmarets écrivait à la fin du XVIII[e] siècle : « On est surpris que certains « physiciens et d'autres personnes livrées à de mauvaises combinaisons aient « considéré en différents temps l'emploi des écorces d'arbres comme une res- « source contre la disette dans la fabrication du papier.

« Au milieu de ce grand zèle, tant de la part des gens de bonne foi que des « charlatans, aucun fabricant intelligent n'a pensé à cette prétendue ressource, « aucun n'a pu se flatter qu'à une très petite distance de la papeterie, il pût « faire une récolte de plantes vagues et sans culture pour entretenir une cuve « pendant une année entière.

« Dans l'hypothèse de ces personnes qui nous vantent les plantes, il n'est « question que de végétaux que l'on peut se procurer facilement et presque « sans frais, car si l'on est obligé à de longs transports, à des récoltes dispen- « dieuses, l'économie dont on fait valoir les avantages cesse d'avoir lieu.

« A juger de ce que l'on pourrait se promettre le plus raisonnablement de « l'emploi des plantes dans la fabrication du papier par les essais de divers « physiciens, il paraît qu'il n'y a guère que les plantes filamenteuses qui « puissent être d'une certaine utilité. Mais alors, on voit clairement que le « fabricant qui se proposerait d'en faire usage, ne pourrait le faire avantageu- « sement sans ajouter aux manipulations de la papeterie assortie de l'emploi « du chiffon, d'abord le rouissage long et difficile; ensuite s'il veut dégager les « principes filamenteux des substances qui la masquent ou en altèrent la cou- « leur, il sera nécessaire qu'il ait recours à des lessives réitérées plusieurs fois.

« On aperçoit aisément que dans le choix d'une nouvelle matière première, « il serait indispensable d'introduire dans nos papeteries deux nouveaux « ateliers, celui du rouissage et celui du lessivage des plantes ».

On voit que Desmarets admettait la possibilité de faire du papier avec les fibres végétales en général, mais qu'aussi il en faisait valoir tous les inconvénients qui, à ses yeux, étaient assez considérables pour en faire rejeter l'emploi; il faut ajouter qu'il ne pouvait prévoir ni les voies ferrées, ni la marine à vapeur, ni les progrès accomplis par la chimie depuis un siècle.

Ajoutons aussi qu'au temps de Desmarets on comptait 900 cuves en France, employant chacune environ 18.000 kilogrammes de chiffon par an et produisant 16.000.000 kilogrammes de papier en tout; aujourd'hui cette dernière quantité est quintuplée.

Quoi qu'il en soit, on a proposé depuis cent ans une foule de matières diverses pour remplacer les chiffons; nous étudierons les principales.

Si l'on consulte les nombreux brevets d'invention qui ont été pris dans ce but, on y trouve les produits suivants :

©BIU Santé

Les pailles diverses de froment, de seigle, d'avoine, de colza, de riz, de maïs.

Les fanes de pois et de haricots.

Les ajoncs. — Les tiges de fèves.

Le houblon blanc. — Les corchorus.

L'aloës. — Le musa textilis. — Le sparte ou alfa.

Le bananier, le cèdre blanc, le cyprès, le tamarac, le peuplier, le sapin, le saule, le bouleau, les palmiers, les fibres du platane, les bambous, le mûrier, le tremble.

Les chardons. — Les tiges d'asperges et d'artichauts.

Les aiguilles de pin et de sapin.

Les joncs. — Les genêts. — Les roseaux.

Les fougères. — Les mousses. — Les bruyères.

Les végétaux aquatiques et maritimes. — Les algues.

Les orties. — Les mauves. — Les immortelles.

Le lupin. — Le topinambour. — Le tournesol.

L'agave. — L'yucca. — La canne à sucre. — L'adansonia.

L'aroche sauvage. — La verge d'or. — Les herbes. — Les foins.

Les roses trémières. — Les malvacées. — La clématite. — La camomille.

Le chiendent. — Le tabac. — Les lichens.

Enfin, les résidus divers : les sciures, les pulpes de betterave, les feuilles d'arbres, les chènevottes, les intestins, les cuirs, le fumier, etc., etc...

Nous verrons un peu plus loin quelles sont les données spéciales à l'emploi dans la fabrication du papier des fibres des divers bois, ainsi que des diverses pailles, mais avant d'aborder cette étude qui comprendra l'exposé des méthodes de fabrication usitées aujourd'hui, nous choisirons dans la liste précédente les plus intéressants des succédanés proposés, pour indiquer au sujet de chacun d'eux, les études auxquelles ils ont donné lieu ou les résultats pratiques qui ont pu être obtenus.

En suivant l'ordre alphabétique, nous aurons tout d'abord à parler des écorces d'acacia.

ACACIA

L'écorce du Robinier ou faux acacia est épaisse. Une sève abondante et légèrement visqueuse circule entre l'aubier et le liber. Ce dernier se détache en tout temps assez facilement de l'aubier, mais principalement à l'époque de la sève. Le liber est composé d'un grand nombre de feuillets superposés concentriquement et adhérents les uns aux autres, ainsi qu'à l'épiderme qui les recouvre, et devient de plus en plus rugueux au fur et à mesure que l'arbre vieillit.

Cette écorce dans son ensemble, et, telle qu'elle se présente quand on la détache de l'aubier, ne paraît pas différer beaucoup de celles de certains arbres.

Sous l'influence d'une macération convenable, dont ni la durée, ni le mode opératoire ne diffèrent de ceux employés pour le chanvre, l'épiderme se détache du liber, et les couches ligneuses qui constituent ce dernier, se séparent nettement les unes des autres en autant de feuillets très minces, susceptibles eux-

©BIU Santé

mêmes d'être divisés en filaments plus ou moins ténus, mais assez souples et assez résistants à la fois pour produire une filasse propre à être tordue et employée sous forme de gros fils.

Certaines expériences ont montré que l'on peut obtenir en moyenne 1 kilogramme de filasse par mètre carré d'écorce. En résumé, cette écorce peut former une matière excellente pour la confection de la pâte à papier.

ALFA

L'alfa désigné souvent sous le nom de sparte (*stipa tenacissima*, *Ampelodasmos tenax*) est connu en Espagne sous le nom d'*Atocha*, nom qui s'applique à la plante vivante, tandis que les feuilles, partie de la plante mise en œuvre par l'industrie s'appelle *esparto*, d'où vient le mot *espartero* (ouvrier en sparte).

Cette plante de la famille des graminées peut atteindre une hauteur de 1 mètre. Elle se présente en touffes chevelues portées par une souche vivace qui dépasse à peine le niveau du sol. Les tiges sont grêles, articulées séparément sur la souche. Elles sont plates, longues, très étroites, dures et prennent la forme cylindrique du jonc vers l'époque de la maturité.

Les principaux lieux de production de l'alfa sont : l'Espagne, l'Attique et le nord de l'Afrique. Les terrains siliceux ferrugineux et secs, les moins propres à la culture en général, lui conviennent parfaitement.

Une culture régulière améliore les conditions de qualité et de quantité des feuilles ; mais abandonnée à elle-même la plante ne meurt pas.

La souche vivace sur laquelle des feuilles mûres sont restées n'en produit pas moins de nouvelles feuilles, et il n'est pas rare de rencontrer sur la même souche des pousses de trois années successives. Cultivée ou non, cette plante par sa vigoureuse constitution doit être classée au rang des végétaux auxquels l'industrie peut demander une matière première d'une récolte assurée.

En **Algérie** et notamment dans la province d'Oran, l'alfa alterne avec le palmier nain, le lentisque, l'asphodèle et la scille sur tous les sols qui n'ont pas été défrichés.

Lorsque le sol est à base calcaire, c'est le palmier nain et l'asphodèle qui dominent. Sur les terrains pierreux, dans lesquels la silice et le fer remplacent l'alumine et la chaux, l'alfa croît en touffes pressées, vigoureuses depuis la plaine jusqu'aux crêtes, à l'exclusion toutefois des points culminants des chaînes de montagnes.

On estime que la moitié des Hauts-Plateaux, soit environ 5 millions d'hectares est peuplée exclusivement en alfa.

Un arrêté du gouverneur général de l'Algérie, pris le 14 décembre 1888, a réglé les conditions de l'exploitation de la vente et de l'exportation de l'alfa.

D'après cet arrêté, la cueillette de l'alfa et toutes les opérations relatives à l'achat de ce textile sont soumises à une période d'interdiction dont la durée est fixée à quatre mois. Pour le Tell, cette période d'interdiction dure du

©BIU Santé

16 janvier au 16 mai. Pour les Hauts-Plateaux elle commence le 1er mars et prend fin le 1er juillet.

L'industrie actuelle utilise l'alfa pour le tissage, la sparterie et surtout pour la fabrication du papier.

Dans le département d'Oran qui fait le commerce le plus considérable de ce textile, sur 378.850 tonnes exportées pendant la période de 1881 à 1885, 9.000 tonnes étaient destinées à la sparterie, 4.000 tonnes au tissage et 365.850 tonnes à la fabrication du papier.

Les prix moyens au mois de février 1886 étaient de 8 à 10 francs les 100 kilogrammes rendus à quai en balles pressées pour l'alfa de sparterie et de 8 à 10 francs pour l'alfa de tissage et de sparterie.

La valeur brute de l'alfa sur pied est très faible, et la presque totalité du prix représente les salaires de la récolte de la manipulation et du transport.

Les tableaux suivants donnent les chiffres d'exportation pour la période 1882-1887 :

PORTS D'EXPÉDITION

DÉSIGNATION	1882	1883	1884	1885	1886	1887	TOTAUX
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Nemours . . .	498	1.124	1.710	1.794	605	254	5.985
Oran.	51.638	35.905	55.701	60.052	75.279	69.272	347.847
Arzew	20.905	31.825	24.612	26.419	15.552	11.433	130.746
Alger	6.995	6.137	3.321	2.249	2.421	899	22.022
Philippeville .	4.343	7.981	10.739	5	2.887	721	26.876
Bône.	1.072	1.191	390	6.023	675	601	9.952
Bougie.	49	»	»	3	»	»	52
Totaux . . .	85.700	84.163	96.473	96.545	97.419	83.180	543.480

PAYS DE DESTINATION

DÉSIGNATION	1882	1883	1884	1885	1886	1887	TOTAUX
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
France . . .	2 340	2.999	1.650	3.954	1.656	2.613	15.212
Angleterre. . .	69.374	66.361	81.467	80.806	81 871	75 042	435.121
Espagne. . . .	9.528	10.538	6.574	8.435	9.005	3.349	47.429
Portugal. . . .	1.117	1.771	1.430	1.700	1.348	778	7.844
Belgique. . . .	1.541	1.579	2.933	1.229	3.296	1.344	11.922
Autres pays . .	1.600	915	2.719	421	243	54	5.952
	»	»	»	»	»	»	»
Totaux . .	85.700	84.163	96.473	96.545	97.419	83.180	543.480

En **Tunisie** on ne trouve l'alfa que dans la région méridionale, au sud d'une ligne qui, partant de Guelaât es Senam sur la frontière d'Algérie, passe par Tala, Shiba, l'Oued el Hathob, le Djebel Trozza, pour se diriger ensuite vers le sud en suivant le bord de la vaste plaine qui s'étend de Kairouan à Gabès.

©BIU Santé

Au sud des Chott, l'alfa existe dans le Djebel Tebaga en quantité assez considérable pour donner lieu à une exploitation régulière et sur les pentes méridionales des montagnes.

Dans la partie centrale de la Tunisie, cette plante croît par touffes isolées aux Ouled Aoun et aux Ouled Aïar dans la forêt de la Kessera, dans la région de l'Ousselet, au Djebel Khordj, dans les environs de la Sebkha Sidi El Hanï et dans la forêt de Chebba.

Au nord on trouve l'alfa dans les montagnes de l'Enfida, au sud de Zaghouan, dans les massifs du Djouggar et de Bou Arada. Il est assez abondant dans les environs de Teboursouk, mais assez rare dans la région du Kef.

Au nord de la Medjerda l'alfa pousse par touffes isolées sur le sommet des montagnes élevées, mais la quantité est trop faible pour donner lieu à une exploitation.

La contrée la plus riche en alfa se trouve au sud de la forêt de Fériana et dans les environs de Sbéïthla. Il y couvre toute la surface du sol et les touffes sont serrées les unes contre les autres. Il est là dans sa véritable station à 800 mètres environ au-dessus du niveau de la mer. L'alfa de Fériana est le plus estimé sur le marché de Sfax à cause de sa longueur, et s'y vend à cause de cela, 3 francs de plus les 100 kilogrammes.

L'étendue des terrains producteurs d'alfa est en Tunisie d'environ 1.500.000 hectares, dont la production ne peut pas être évaluée à moins de 300.000 tonnes. Une partie est consommée en Tunisie par les indigènes qui se servent de l'alfa pour la nourriture de leurs bestiaux et pour couvrir leurs habitations. Mais il reste disponible pour l'exportation environ les quatre cinquièmes de la production totale.

L'exploitation de cette plante est libre et pratiquée par les indigènes qui l'apportent sur les marchés et dans les ports d'embarquement. Tous les transports d'alfa se font encore aujourd'hui à dos de chameau et quelquefois de mulet.

Par suite de la liberté d'exploitation, les indigènes récoltent l'alfa en toute saison. La cueillette se ralentit cependant à l'époque des labours et de la moisson. Ces deux époques ne coïncident pas toujours avec la période la plus active de la végétation de l'alfa, pendant laquelle la récolte est la plus considérable de l'année.

L'alfa entre en sève vers le milieu de février ou dans le courant de mars, suivant l'altitude. La végétation commence par les feuilles anciennes. Les feuilles nouvelles sortent de leurs gaines; elles sont d'abord d'un vert clair, courtes, tendres, puis se durcissent en grandissant et arrivent à leur développement complet dans le courant de l'été. Elles restent sur pied toute l'année sans subir d'altération. A la fin de l'hiver suivant, elles s'infléchissent, commencent à se décomposer par leur extrémité, sèchent et tombent lorsque la décomposition est plus avancée.

A l'état sauvage, une touffe d'alfa se présente avec des feuilles desséchées sur pied, des feuilles parvenues à maturité et encore pleines de verdeur, enfin, de jeunes pousses tendres non encore enroulées sur elles-mêmes.

En considérant la plante dans cet état, on pourrait admettre que la récolte

©BIU Santé

peut être faite en tout temps, attendu qu'à une époque quelconque de l'année, il y a sur la touffe des brins convenables pour la papeterie.

L'arrachement de l'alfa, quand l'exploitation a lieu au printemps, apporte un trouble considérable dans sa végétation. La touffe éprouve des ébranlements qui disloquent les rhyzomes et déchirent les gaines gonflées de sève. Les feuilles prennent moins de longueur et les rhyzomes ainsi déchirés sont perdus pour la reproduction. C'est pour ce motif que l'exploitation de l'alfa est interdite en Algérie pendant toute la période active de sa végétation.

Mais si l'alfa est soumis à une exploitation raisonnée et régulière, les choses changent. Si l'on a pris, comme en Espagne, le soin d'arracher tous les brins secs morts sur pied, si l'on a récolté tous les brins parvenus à maturité, si on n'a laissé que les jeunes pousses, alors la plante est en pleine culture et la récolte devient annuelle; elle doit se faire à époque fixe.

Au point de vue de la papeterie, l'analyse chimique éclaire la question. La feuille mûre a fixé dans ses éléments constitutifs, de la silice et du fer très difficilement attaquables par les agents chimiques. La cuisson, le blanchiment, la conversion en fibres ne peuvent être obtenus qu'au détriment de la quantité et de la qualité de la pâte.

La feuille, verte encore, quoique arrivée à son complet développement, est plus facile à cuire. Les fibres se désagrègent sous l'influence d'agents moins énergiques; la silice et le fer qui fixent les matières colorantes jaune et rouge dans la fibre s'éliminent, pour ainsi dire, en même temps que la gomme-résine qui soude les fibres entre elles. Les collets analogues aux nœuds de la paille des céréales sont encore assez tendres pour ne pas exiger que la cuisson ait été trop prolongée et par conséquent compromettante pour les feuilles.

On doit donc conclure que la récolte doit être faite en vert, mais aussi près que possible de la maturité sans attendre cette dernière. La feuille, en effet, lorsqu'elle est trop verte produit des fibres translucides, et par suite, un papier analogue au papier dit végétal; d'autre part, le déchet est d'autant plus grand que la feuille est moins mûre.

La cueillette de l'alfa doit être faite à la main. La faucille doit être absolument bannie; elle laisse sur la touffe des tronçons de feuilles qui obstruent les collets reproducteurs et compromet ainsi les récoltes suivantes.

L'ouvrier tient à la main gauche un bâton de 2 à 3 centimètres de diamètre et de 40 centimètres de long. De la main droite, il saisit une poignée d'alfa, il l'enroule sur son bâton par un tour de main, il tire en même temps sur le bâton de la main gauche et sur la poignée de feuilles qu'il n'a pas quittée de la main droite; toutes les feuilles se détachent ensemble de la souche par le collet articulé. La main droite porte cette poignée sous le bras gauche; les deux mains sont libres. L'ouvrier fait ainsi deux, trois ou quatre poignées suivant sa force, et celles-ci réunies sous le bras, constituent une *manada* qui est liée immédiatement par l'ouvrier lui-même. Les botillons sont disposés sur place pour le séchage qui s'effectue en une huitaine de jours.

En pratique, on peut compter qu'un bon ouvrier peut récolter 100 kilogrammes d'alfa vert par journée de travail, ce qui correspond à 60 kilogrammes d'alfa sec.

©BIU Santé

Les botillons desséchés dans les champs sont réunis en bottes, puis transportés au port d'embarquement.

Le volume de l'alfa dans cet état est considérable et il forme ainsi une marchandise fort encombrante pour les navires, bien que sa densité réelle soit assez élevée. Pour remédier à cet inconvénient, on soumet souvent l'alfa avant son embarquement à une forte pression.

On peut établir ainsi le prix de revient approximatif de l'alfa récolté, puis transporté d'Afrique au port du Havre, par exemple :

	FRANCS
Récolte à raison de 60 kilogrammes d'alfa sec par jour de travail payée 2 francs, soit pour 100 kilogrammes	3,30
Séchage sur le champ et transport à la route	0,75
Transport de la route au port	1,00
Pressage et mise en balles cerclées à 4.000 kilogrammes par jour et par presse	0,50
Cercles en feuillards	1,50
Transport des presses au navires	0,30
Main-d'œuvre. Loyer. Entretien du matériel	0,50
Fret du port d'embarquement au port d'arrivée	4,50
Assurance maritime	0,30
Bénéfice et intérêt du capital	1,35
Coût des 100 kilogrammes d'alfa au Havre	14,00

Une autre graminée, le **sparte** croît surtout dans les terrains sablonneux. Elle ne présente pas les qualités de l'alfa et n'est pas susceptible d'être affectée aux mêmes usages.

Les habitants du sud de la Tunisie qui désignent l'alfa sous le nom berbère d'Ari, réservent le nom d'alfa pour le sparte dont le nom véritable est sennagh et que l'on nomme quelquefois alfa mahboula.

La presque totalité de l'alfa produite en Tunisie est exportée en Angleterre. La France n'en achète chaque année qu'une très faible quantité.

Le prix de l'alfa en Angleterre est actuellement d'environ 13 à 14 francs les 100 kilogrammes; on voit que dans ces conditions l'exploitation ne peut être avantageuse, aussi le commerce de cette matière première traverse-t-il en ce moment une crise fâcheuse.

Quant aux opérations que l'on doit faire subir à l'alfa pour le transformer en papier, nous nous en occuperons spécialement lorsque nous traiterons de la fabrication.

ADANSONIA DIGITATA

On peut employer utilement les fibres du *Baobab* (*adansonia digitata*) à la fabrication du papier. On obtient d'abord, par une sorte de teillage, l'écorce intérieure, qui est ensuite mise à sécher, puis désagrégée dans un mécanisme à rouleaux, de façon à enlever la plus grande partie de la gomme et de la sève.

La fibre produite par ce traitement est ensuite purifiée par des lavages à l'eau, puis soumise à l'action d'une solution alcaline, et finalement blanchie à l'hypochlorite de chaux.

©BIU Santé

On emploie ces fibres dans la fabrication du papier, soit seules, soit mélangées avec d'autres matières.

BAGASSE

L'emploi de la bagasse pour former la pâte à papier a été tentée à plusieurs reprises. De récentes recherches paraissent avoir atteint le but.

On sait que la *bagasse* est le résidu ligneux du traitement de la canne à sucre. Le traitement qu'on lui fait subir pour le blanchir à l'île Maurice se rapproche beaucoup de celui employé pour l'alfa.

Les bagasses sont battues au moyen d'un pilon, dans de l'eau sans cesse renouvelée, jusqu'à ce que cette eau soit dépourvue de tout goût sucré et tout à fait incolore.

La matière, ainsi fortement divisée, est imbibée d'une lessive de soude caustique contenant en soude un dizième du poids de la matière employée. Après une heure de macération à froid, la lessive est portée à l'ébullition pendant une autre heure. Il faut avoir soin d'ajouter de l'eau bouillante de temps en temps pour remplacer le liquide évaporé.

Après cette cuisson, la matière déjà désagrégée est lavée à grande eau aussi complètement que possible sur un tamis fin, puis elle est soumise au blanchiment dans un bain contenant 15 kilogrammes de chlorure de chaux à 110 degrés pour 100 kilogrammes de bagasse.

La pâte est ensuite lavée avec grand soin et passée à l'antichlore, puis lavée encore et raffinée.

BAMBOU

Depuis longtemps le bambou est regardé comme étant un des végétaux les plus utiles de l'Orient. Mais c'est seulement depuis peu d'années que l'on a commencé à l'employer avantageusement, ce que les Chinois ont fait depuis longtemps.

Sans parler de ses autres emplois, qui sont innombrables, le bambou sert beaucoup en Chine pour la fabrication du papier commun.

Il n'existe probablement aucune plante d'une croissance aussi rapide et d'une production aussi peu coûteuse.

Il n'est pas rare de voir le bambou croître de 30 centimètres par jour et son rendement peut être estimé à 100 tonnes par hectare, obtenues presque sans travail, si l'on défalque les frais d'irrigation, car cette dernière opération est toujours nécessaire.

En séchant, le bambou perd environ 75 p. 100 de son poids primitif, et les 60 p. 100 de ce qui reste constituent des fibres propres à la fabrication du papier, ce qui donne un rendement net de 15 tonnes par hectare.

En général, la méthode de traitement est la suivante :

Les jeunes plantes sont d'abord passées dans des cylindres broyeurs, puis soumises à des cylindres cannelés de section convenable qui les divise en bandes

©BIU Santé

étroites ou rubans, lesquels sont ensuite coupées à la longueur voulue et passées à la cuve.

Les cuves sont disposées par groupes, reliées entre elles par des tuyaux dans lesquels circule la substance employée pour produire le défilage. Cette substance consiste en alcali caustique; elle passe d'une cuve à la suivante et sépare des fibres dans chacune d'elles une nouvelle quantité de matières, jusqu'à ce qu'elle soit enfin neutralisée. On la décharge alors et l'alimentation se fait en ajoutant toujours de la lessive fraîche à l'une des extrémités du groupe, au fur et à mesure que la lessive épuisée s'écoule par l'autre extrémité.

Lorsque la fibre a été suffisamment traitée, elle est lavée, puis placée sous presse, divisée, et finalement séchée par un courant d'air chaud.

Aux États-Unis, notamment sur les bords du Mississipi, on emploie les bambous et les roseaux pour la fabrication du papier sur une très vaste échelle.

Une seule usine rompt par jour plus de 100 tonnes de bambous. Le prix de revient de la matière livrée humide est en moyenne de 25 francs les 100 kilogrammes; le rendement est une tonne de pâte sèche pour 5 tonnes de bambous humides.

BANANIER

Le bananier est cultivé en grand à la Havane, où il fournit, par ses rangs intercalés, un utile abri aux plants de cafés.

La culture est des plus simples. Un hectare peut recevoir deux mille souches donnant en moyenne, sur un bon terrain, 6.000 tiges portant chacune un régime de bananes qui pèsent de 20 à 30 kilogrammes. La récolte peut se renouveler trois fois dans le courant d'une année.

Les tiges abattues au moment de la récolte des fruits ne sont ordinairement d'aucun usage. On a eu l'idée de les faire servir à la fabrication du papier, et l'on a réussi.

Avec 1000 kilogrammes de filasse brute humide, on peut obtenir 250 kilogrammes de papier blanc. Le traitement et l'épuration de ces fibres peuvent être semblables à ceux usités pour le bambou.

BLÉ

L'emploi de l'écorce du blé a été pratiqué avec succès en Italie au XVIII[e] siècle. Les procédés avaient été perdus.

De nos jours on a repris cette fabrication, à laquelle on attribue les avantages suivants :

Obtention d'un papier supérieur sous plusieurs rapports à celui du chiffon. Emploi d'une très petite quantité de colle pour l'encollage du papier à écrire. Procédé de blanchiment simple et rapide. La pâte ayant naturellement une légère coloration, le blanchiment devient inutile lorsqu'il s'agit de papier d'emballage.

Ce papier, en outre, est plus fort que celui à base de chiffon. Il n'est point cassant comme le papier de paille ordinaire.

©BIU Santé

CHARDON

Le chardon contient une matière filamenteuse utile, et toutes les variétés peuvent servir; mais on doit préférer le grand chardon d'Ecosse, dont la végétation luxuriante atteint, dans plusieurs parties des îles Britanniques beaucoup de force et de hauteur.

Ce chardon fournit une quantité considérable de longs filaments très tenaces, qui, bien préparés, donnent une pâte propre à la fabrication des papiers très résistants.

Pour obtenir la pâte à papier, on peut employer la plante verte ou sèche.

Si on la prend verte, on la soumet à un teillage analogue à celui du lin, destiné à détruire l'agrégation des substances fibreuses.

Pendant le teillage, on extrait les matières mucilagineuses au moyen d'un lavage opéré soit avec de l'eau pure, soit avec un acide très étendu.

Le chardon est ensuite réduit par les procédés ordinaires à une pâte que l'on peut employer seule ou mêler aux autres matières en usage. Les fibres du chardon étant très fortes, se lient bien entre elles dans les machines, ne sont entraînées par l'eau qu'en très petite quantité et fournissent un papier très tenace.

Ces fibres aussi sont d'une bonne couleur, en sorte qu'on peut fabriquer même sans blanchiment un produit d'une nuance satisfaisante.

FERULA

Cette plante est une ombellifère du genre fenouil. Elle croît abondamment sur tout le littoral de l'Afrique septentrionale, ainsi que dans l'île de Chypre, à Candie et en Sicile. Aucune plante n'est plus rustique ni moins exigeante.

Après les dernières pluies du printemps, elle surgit au milieu des galets les plus secs et les sables les plus arides sous forme de grosses tiges filandreuses terminées par des houpes chevelues.

En Algérie, la *ferula* porte le nom de canne bédouine. Les bergers s'en servent pour frapper leurs troupeaux, de là son nom de ferula.

D'abord herbacée et très aqueuse, cette plante se transforme, à la fin de l'automne, en une moelle fibreuse qui, pour la blancheur et la légèreté, peut lutter avec celle du sureau.

Cette moelle est enveloppée dans une écorce mince et filandreuse formée des mêmes éléments que la moelle, mais solidifiée par une substance résineuse qui la rend très résistante.

C'est alors le moment de la cueillir pour la transformer en pâte à papier, car elle renferme de 80 à 85 p. 100 de cellulose fibreuse, courte et longue, qui peut fournir des pâtes de grande beauté.

©BIU Santé

FOIN

Les fibres des substances végétales qui composent le foin, comme d'ailleurs celles de presque toutes les substances analogues qui n'ont pas été modifiées par un long usage sous forme de tissus, sont réunies entre elles par une matière grasse et résineuse tout à la fois, qui s'opposent à la désagrégation, rend le lessivage assez long et produit un déchet considérable.

Pour remédier à cet inconvénient, on emploie des lessives acides.

La pâte alors obtenue est passée au tambour laveur, puis blanchie par les procédés ordinaires.

Le foin n'est pas une substance d'une composition uniforme. C'est une réunion de plantes diverses qui varient suivant les contrées et surtout suivant la nature du sol. Le meilleur principalement, celui qui convient le mieux à la nourriture des bestiaux, renferme en proportions notables des centaurées et des légumineuses dont les graines et les parties brunes résistent au chlore et aux acides.

Les prairies humides et marécageuses fournissent au contraire un produit long, plat, rempli de carex, exempt de ces matières colorées, rebelles au blanchiment. Cette sorte de foin, peu propre à la nourriture des animaux, qui la repoussent, ne trouvent guère d'emploi que pour leur litière, aussi est-elle presque sans valeur. Or, c'est précisément ce foin inférieur en qualité qui est le plus facile à traiter, qui donne la pâte la plus uniforme, la plus pure, la plus longue, la plus favorable en tout pour la fabrication du papier.

GENÊT

Cet arbuste se plaît dans les lieux arides, sur le flanc des montagnes dénudées, dans le creux des roches où s'est arrêtée un peu de terre; il y vit longtemps sans soins et sans culture.

Dans certaines contrées les rameaux du genêt, après avoir macéré quelques jours dans l'eau des torrents, fournissent une filasse grossière d'une grande ténacité et d'une blancheur parfaite. De là est venue l'idée de l'employer dans la fabrication du papier.

Il importe tout d'abord d'opérer le rouissage complet des tiges de genêts.

Dans ce but, on creuse en terrain sain des fosses plus longues que larges et d'une profondeur qui peut varier de 50 centimètres à 1m,50.

Les plantes sont déposées dans ces fosses en couches légèrement humectées par un arrosage d'eau et comprimées sous les pieds, de manière à obtenir entre elles un contact aussi intime que possible.

Lorsque les couches sont arrivées au niveau du sol, on les recouvre de terre sur une épaisseur de 25 à 30 centimètres.

La fermentation ne tarde pas à se développer; on la favorise par de légers arrosements journaliers suffisants pour activer la fermentation, mais en ayant soin de ne pas refroidir la couche.

©BIU Santé

Le temps nécessaire à l'opération varie suivant l'état de maturité de la plante, la saison et le climat. En moyenne, huit à quinze jours suffisent.

Quand le rouissage est considéré comme suffisant, les plantes sont extraites du récipient qui les contient, lavées à grande eau, puis séchées. Quand elles sont sèches, on les bat soit à la main, soit mécaniquement.

Elles sont alors prêtes à être teillées soit à la main, soit par des machines; il résulte de ces diverses opérations une partie ligneuse et une filasse. Ces deux matières sont ensuite traitées séparément.

GOMBO

Le gombo (*Hibiscus esculentus*) est une plante de la famille des Malvacées, qui croît dans les pays chauds, notamment en Syrie et en Égypte, où elle est connue et cultivée depuis longtemps, à cause de son fruit mucilagineux et comestible.

Lorsque l'on traite par l'eau les différentes parties de la tige du gombo, et même l'enveloppe de son fruit, elles abandonnent à ce liquide une très forte proportion d'une matière mucilagineuse et gommeuse, qui sert en pharmacie.

Cette matière, nommée gombine, retirée par l'évaporation du liquide qui la dissout, est cassante, rougeâtre, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool et dans l'éther, et surtout très hygrométrique.

Elle ne donne pas d'acide mucique par le traitement à l'acide azotique, comme le ferait une gomme, et n'est pas attaquée par la potasse.

Outre cette substance soluble dans l'eau, le gombo contient une résine qui se colore en rouge sous l'influence du chlore et des acides et qui, pendant quelque temps, a été un obstacle pour le blanchiment de la pâte. On a levé cette difficulté en décomposant pendant le blanchiment le chlorure de chaux par le sulfate d'alumine, qui précipite en même temps la résine.

L'analyse immédiate du gombo fournit les nombres suivants :

Eau	13,82
Gombine	19,55
Cellulose	60,85
Résine	0,93
Matières minérales	4,85
	100,00

Au moyen d'un outillage spécial, on désagrège la fibre mécaniquement dans un courant d'eau. La pâte, lavée et blanchie, fournit un papier très beau et très résistant.

JUTE

Le jute (*Corchoru olitorius*) est une plante fibreuse originaire d'Asie et d'Amérique, très employée comme matière textile; elle est également propre à la fabrication du papier.

©BIU Santé

A l'époque de la floraison, la fibre a beaucoup de souplesse; plus tard elle devient plus lourde, mais perd en qualité.

La fibre, qui a environ 2 mètres de longueur, est d'un gris jaunâtre après dessiccation; elle se sépare facilement par l'opération du rouissage.

On enduit généralement les fibres d'une petite quantité d'huile de poisson et de pétrole; cette addition est faite dans le but de dissoudre la substance résineuse qui réunit les fibres entre elles et d'augmenter leur flexibilité.

La cellulose du jute n'a pas les mêmes propriétés que celles des autres textiles. Les alcalis la décomposent en une matière insoluble et une substance soluble ayant de l'analogie avec l'acide tannique.

Il s'ensuit que, contrairement à la cellulose ordinaire, qui doit être mordancée pour pouvoir fixer les matières colorantes, celle du jute reçoit d'elle-même directement les couleurs d'aniline.

Maintenue dans un état d'humidité, la fibre du jute devient friable et s'altère. Les oxydants la désagrègent rapidement; il s'ensuit que l'on doit prendre des précautions spéciales quand on la soumet aux opérations du blanchiment.

Une bonne manière de procéder est la suivante :

Les chiffons de jute, coupés à la manière ordinaire, sont lessivés avec 15 p. 100 de chaux pendant dix heures, sous une pression de deux atmosphères.

Après le défilage, la pâte est essorée dans une turbine, puis soumise à l'action du chlore gazeux pendant environ vingt-quatre heures. Cette opération terminée, la pâte, qui est d'une teinte jaune orangée, est lavée dans une pile, afin d'enlever toute trace d'acide. On ajoute ensuite une solution alcaline de soude caustique contenant un demi-kilogramme d'alcali pour 100 kilogrammes de matière à blanchir.

L'alcali rend soluble la matière colorante oxydée par l'action du chlore et l'enlève. Un dernier lavage est suivi d'un traitement par le chlorure de chaux.

MAÏS

On a trouvé le moyen d'enlever aux feuilles de cette graminée la silice et les matières gommo-résineuses qui l'incrustent, et par suite de les rendre propres à la fabrication du papier.

Les feuilles de maïs peuvent servir à fabriquer toutes les espèces de papier, et sous certains rapports fournir des produits supérieurs à ceux obtenus avec les chiffons seuls.

Il faut très peu de colle pour rendre le papier de maïs apte à recevoir l'écriture, ce qui provient de ce que la feuille de maïs contient déjà un ingrédient naturel qui en tient lieu, et que l'on peut d'ailleurs éliminer facilement, si on le désire.

Le blanchiment de ce papier peu se faire très aisément; il n'est d'ailleurs que faiblement coloré. Il est plus fort, plus tenace que le papier ordinaire, et n'a rien de la fragilité des papiers dans la confection desquels entre la paille ordinaire, fragilité qui est principalement due à l'abondance de la silice.

©BIU Santé

En général, il est préférable de n'employer que les feuilles enveloppant l'épi, elles contiennent plus de fibres et moins de matière verte et de gomme que les feuilles de la tigei

MOUSSE

La mousse, qui se rencontre en grandes masses dans les contrées scandinaves, est encore une excellente matière pour fabriquer le papier.

Dans ces pays de l'Europe septentrionale, on n'emploie pas la mousse fraîche, mais bien l'ancienne, qui forme des couches ayant souvent 40 centimètres d'épaisseur; à moitié décomposée, cette mousse constitue une matière première capable de fournir d'excellents papiers.

Le carton formé avec ce papier est aussi dur que du bois et peut être très aisément teint et poli.

MURIER

En écorçant les branches de mûrier au fur et à mesure de la taille, et en soumettant les écorces brutes à un malaxage spécial, on obtient des lanières corticales dépouillées de l'épiderme brunâtre et contenant de 50 p. 100 à 60 p. 100 de fibre pure.

La décortication de toutes les branches provenant de la taille d'un hectare de mûriers peut produire une valeur de 150 francs environ.

Similaire du coton par la dimension et la finesse de ses fibres, la filasse de mûrier lui est très supérieure par la ténacité et par l'éclat.

Les écorces du mûrier, en raison de leur prix modique et de la facilité avec laquelle on peut les travailler, constituent une excellente succédanée des chiffons.

Les opérations qu'on fait subir aux écorces de mûrier consistent en un décorticage et un nettoiement.

La décortiqueuse mécanique, mise en mouvement par un homme, est servie par une femme et un enfant qui peuvent produire, en dix heures, 250 kilogrammes d'écorces nettes, sèches et prêtes à être livrées au fabricant de papier.

PLANTES MARINES DIVERSES. — ALGUES

Avec les végétaux marins, et notamment avec les zostères, on peut obtenir des pâtes à papier qui, combinées avec d'autres pâtes, peuvent fournir des papiers à bon marché rivalisant, sous le rapport de la ténacité et de la blancheur avec ceux que l'on fabrique à l'aide des chiffons.

Les végétaux marins sont introduits dans un premier appareil, où ils sont placés et tassés par couches, jusqu'à ce qu'ils emplissent la moitié de la capacité.

De l'eau est ensuite introduite dans l'appareil jusqu'à complète submersion des végétaux, puis on ajoute 5 p. 100 de leur poids d'acide chlorhydrique.

Un courant de vapeur d'eau chauffe alors le bain acidulé dans lequel les

©BIU Santé

végétaux séjournent pendant une heure environ. Au bout de ce temps, le liquide est écoulé au dehors, et les végétaux sont submergés à nouveau d'eau fraîche portée ensuite à l'ébullition; le lavage ainsi opéré dure seulement quelques minutes, puis le liquide est écoulé une seconde fois.

La seconde opération consiste à verser sur les végétaux lavés une dissolution alcaline renfermant 3 p. 100 de leur poids, de carbonate de soude ou de potasse, et on les submerge entièrement dans cette liqueur, à laquelle on ajoute du chlorure de chaux. La vapeur d'eau échauffe le tout jusqu'à 50 degrés centigrades; après quelques instants, les matières ainsi traitées sont prêtes pour leur transformation en papier.

Quand il s'agit de traiter spécialement l'algue marine, on doit en triturer la racine pour faire tomber une espèce d'écorce qui la recouvre et qui empêcherait le blanchiment de s'effectuer, puis laver pour enlever le sable et les terres, après quoi ont termine la trituration.

La matière est ensuite mise dans un réservoir d'eau mélangée d'un peu d'acide sulfurique.

L'algue est raide naturellement, à cause des nombreuses cellules qu'elle renferme; le bain acide lui donne de la souplesse.

La matière au sortir du bain acide est mise à égoutter dans un panier en osier.

Quand on veut fabriquer du papier blanc, il est bon de n'employer que les filaments de la racine, car ceux de la feuille peuvent contenir des graines qui nuisent au blanchiment.

Après nettoyage et traitement par l'acide, il ne reste plus qu'à blanchir la matière avec le chlorure de chaux.

PULPES

On a employé aussi comme succédanées du chiffon les pulpes ou cossettes de pommes de terre et de betteraves, qui peuvent être mises en œuvre soit seules, soit séparément. Dans tous les cas, on les mélange avec une certaine quantité de pâte de chiffons communs ou vieux papiers.

Les pulpes destinées à cette fabrication sont crues ou cuites à volonté, suivant la nature ou l'espèce de papier ou carton que l'on veut obtenir. Le mieux est de faire un mélange d'une partie cuite avec une partie crue pour obtenir un degré de ténacité convenable.

Les matières sont tout d'abord traitées par un bain de chaux pendant un jour entier.

Après avoir fait subir au mélange cette première action du bain de chaux, on les fait tremper dans une lessive composée de chaux, de sel de soude ou de potasse, de sel marin et d'acide azotique, le tout étendu d'eau et dans les proportions suivantes :

Chaux	20 p. 100
Sel de soude	5 —
Sel marin	5 —
Acide azotique	15 —

©BIU Santé

L'immersion dure de huit à douze heures, puis on soumet à une cuite en vase clos sous une pression de trois à cinq atmosphères, pendant une journée entière.

Pour terminer, on fait le lavage des matières avec de l'acide phénique, puis on les soumet aux méthodes ordinaires de blanchiment, et l'on obtient une pâte d'un prix de revient très minime.

SAPIN (Aiguilles de)

On peut obtenir une bonne pâte à papier en traitant les épingles ou aiguilles de pins et de sapins de la façon suivante :

Ces matières sont tout d'abord trempées et ramollies par une ébullition de plusieurs heures dans l'eau pure.

Il ne faut employer tout d'abord ni bains alcalins, ni bains acides, ni savon d'aucune sorte pour enlever la résine, la gomme ou la chlorophyle des feuilles.

Une fois bien ramollies, les aiguilles sont jetées dans des cylindres où elles sont aplaties; en en sortant, elles passent dans d'autres cylindres armés de pointes d'acier et très rapprochés, où elles sont défilées puis désaglutinées.

Si l'on opère sur des aiguilles vertes, on doit les ramollir à la vapeur. Après avoir subi l'action des cylindres, les aiguilles sont introduites dans un récipient où on les fait bouillir alors dans une lessive de sel de soude et de savon brun.

Aussi longtemps que l'on n'obtient pas une lessive claire et limpide, on renouvelle l'opération. Après ce traitement, les aiguilles sont soumises à l'action d'une machine à fouler jusqu'à ce que l'on ait obtenu un produit parfaitement pur.

Ce résultat une fois obtenu, la matière encore humide est de nouveau placée dans les cylindres armés de pointes pour diviser les aiguilles jusqu'à ce qu'elles deviennent souples et laineuses.

Le blanchiment de cette pâte s'opère ensuite par les procédés ordinaires.

SCIURE

L'utilisation des sciures de bois dans la fabrication de la pâte à papier nécessite quelques précautions spéciales qui consistent particulièrement dans l'emploi de meules rayonnées marchant à la vitesse d'environ 150 tours à la minute; la sciure y est introduite sous un courant d'eau pour y être broyée et réduite en pâte.

Au sortir des meules, l'eau mêlée à la pâte est déversée dans toute l'étendue d'un cylindre en toile métallique, marchant très lentement et permettant à la majeure partie de la pâte d'être introduite au centre du cylindre pour venir se déverser par un orifice circulaire, pratiqué au centre de l'une des extrémités dans un conduit destiné à la mener sur deux cylindres dont nous allons parler.

La partie de pâte qui ne traverse pas la toile est ramassée par un rouleau en bois et projetée dans une caisse où elle forme le numéro le plus grossier.

La partie de pâte qui a traversé la toile de ce premier cylindre se déverse,

©BIU Santé

entraînée par l'eau, sur un second cylindre animé d'une vitesse un peu moindre, entouré d'une toile métallique plus serrée. Le second cylindre est disposé comme le précédent, de sorte que la partie de pâte qui ne peut traverser la toile reste à la circonférence du cylindre pour être ensuite ramassée par de petits cylindres en bois, puis projetée dans une caisse, où elle forme le deuxième numéro.

Toute la partie de pâte qui a pu traverser le second cylindre s'échappe avec l'eau par l'orifice circulaire pratiqué à l'extrémité, puis est versée uniformément sur un troisième cylindre garni d'une toile métallique tellement fine qu'elle ne laisse plus passer que de l'eau blanchie qui s'écoule encore par une ouverture circulaire percée à une extrémité. A la circonférence de ce dernier cylindre tournent deux rouleaux en bois, entraînés comme le précédent, par le mouvement de rotation du cylindre et qui jettent dans des caisses la pâte que l'on n'a pu entraîner et qui forme le numéro le plus fin.

On voit donc que l'opération consiste à moudre la sciure sous un courant d'eau, puis à séparer les produits de cette mouture en trois numéros, suivant leur grosseur, qui enfin sont utilisés séparément dans la préparation de la pâte à papier.

TANNÉE

Lorsque l'on veut transformer la tannée en matière fibreuse propre à la fabrication du papier, on l'introduit dans une chaudière à vapeur animée d'un mouvement de rotation, puis on la recouvre complètement d'eau bouillante.

La vapeur ensuite est introduite sous une pression de 3 atmosphères environ, pendant deux heures. On laisse alors écouler l'eau de la chaudière, puis on lave abondamment à l'eau bouillante.

Une solution alcaline est ensuite amenée dans la chaudière. On la prépare en formant une lessive de soude caustique renfermant 100 kilogrammes d'alcali par tonne de tannée à traiter, puis le tout est soumis à l'action de la vapeur pendant plusieurs heures.

A la suite de cette opération, les matières gommeuses et celles solubles sont éliminées, et la portion fibreuse qui reste est la plupart du temps propre à la fabrication de la pâte à papier.

Lorsque les fibres adhèrent très fortement les unes aux autres, on est obligé de recourir à un traitement mécanique, qui peut être le suivant :

Un tambour principal est à sa périphérie garni de pointes d'acier ou dents comme un tambour de carde; il se meut sur des coussinets qui reposent sur un bâti.

Au-dessous de ce tambour principal sont disposés deux cylindres qui sont aussi garnis de dents, et presque toujours on en établit un troisième à la suite des premiers. La matière à traiter est amenée entre les cylindres par un appareil adducteur approprié, une toile sans fin par exemple. Cette toile conduit la matière entre les cylindres supérieurs et les tambours.

Deux de ces cylindres sont en contact intime; le troisième isolé et placé au sommet, appuie au moyen de poids sur le tambour, afin d'attaquer la matière plus ou moins énergiquement.

©BIU Santé

Ce cylindre supérieur a donc pour but d'arrêter la tannée assez longtemps pour que les dents du tambour aient le temps d'y pénétrer et de la déchirer; cela fait, cette matière est abandonnée aux deux autres cylindres qui sont également armés de dents plus fines, et par un passage entre ceux-ci et le tambour les fibres sont séparées les unes des autres et forment une masse propre à être envoyée à la pile à papier.

TOURBE

La tourbe que l'on peut employer dans l'industrie de la papeterie est celle qui existe immédiatement au-dessous de la surface de la terre dans les lieux bas et marécageux. Elle consiste en feuilles et en tiges de diverses mousses, fibres et racines d'un grand nombre de petites plantes aquatiques.

Ces fibres sont dures et conservent parfaitement dans la plupart des cas leur forme primitive; elles sont disposées plus ou moins régulièrement en strates parallèles; leur couleur est brun rouge.

Les échantillons de tourbe que l'on destine au blanchiment pour en faire du papier sont ramollis dans l'eau froide, jusqu'à ce que par l'agitation les fibres se séparent. Celles-ci sont mises en digestion dans une solution froide très étendue de potasse ou soude caustique, puis, après avoir été séparées par la pression, plongées pendant quelque temps dans une solution étendue d'acide sulfurique.

La fibre est de nouveau séparée de la dissolution acide par la pression, puis mise à digérer dans une solution de chlorure de chaux. Après l'avoir retirée de la liqueur et bien lavée, elle est propre à la fabrication.

TYPHA

La *massette* ou *typha* est une plante excessivement commune et très abondante dans les terrains marécageux. Il y en a trois espèces, qui sont les *typha latifolia*, *angustifolia* et *minima*.

Ces végétaux croissent en quantités énormes sur les bords de plusieurs rivières, comme le bas Danube, le Dniester et le Bug, et dans ces contrées ils sont employés comme combustible ou simplement abandonnés à la putréfaction.

Les tiges de ces plantes se composent de feuilles superposées formant des cônes de 1m,50 à 2m,50 de hauteur. Ces feuilles molles, très peu siliceuses, mais très riches en filaments, dépourvues de nœuds, étant traitées à chaud par les alcalis, donnent une pulpe très pure que l'on peut livrer à la machine à papier, sans être obligé de la faire passer par les piles raffineuses.

On opère très facilement et très promptement de la façon suivante :

Après avoir trié les tiges une à une, et avoir séparé celles qui en fleurissant sont devenues dures et ligneuses, on coupe avec un hache-paille celles qui restent, de façon à les réduire en fragments de 10 millimètres environ. Ces petits morceaux sont placés dans une grande pile à cylindre, que l'on remplit à moitié avec une lessive de soude à 15 degrés Baumé; l'action se prolonge pendant trois heures sous une pression de 3 atmosphères. On fait alors passer la lessive dans

©BIU Santé

un réservoir, on ouvre la pile et la pâte descend sur un tamis en fil de fer où elle s'égoutte. Elle est reprise ensuite afin d'en extraire le plus possible de liquide par une forte pression, puis après l'avoir placée dans des paniers en toile métallique, on la plonge dans une rivière, d'où elle sort parfaitement pure au bout d'une heure. Cette pâte ainsi préparée est séchée puis emballée.

On peut très bien employer cette matière à la fabrication du papier d'emballage, sans la blanchir, parce qu'elle sort de la pile dans un état de finesse suffisant, et possédant alors une belle couleur d'agréable aspect.

YUCCA

Les feuilles de cette plante peuvent fournir aussi de belles fibres longues et résistantes.

Pour les employer on les coupe à l'état frais, en supprimant les extrémités. Puis elles sont immergées pendant une heure environ dans de l'eau chauffée aux environs de 100 degrés, et laminées ensuite entre deux rouleaux cylindriques. Cette opération a pour but de détruire le parenchyme des feuilles, de désagréger les substances étrangères aux fibres, et de permettre ainsi une action plus parfaite de la solution alcaline à laquelle les fibres sont ensuite soumises.

Les feuilles laminées sont disposées dans des boîtes à fond treillagé, rangées les unes sur les autres dans des cuves renfermant une solution alcaline bouillante.

Les feuilles sont exposées pendant quatre heures environ à l'action de cette lessive bouillante. Quand la substance glutineuse qui entoure les fibres a pris une apparence savonneuse et que la couleur verdâtre a passé au gris jaunâtre, on retire les boîtes de la solution et on lave abondamment à l'eau fraîche. Les fibres sont enfin retirées des boîtes, puis séchées.

Le produit ainsi obtenu forme des filaments longs, forts et nets d'apparence grisâtre.

Si nous résumons ce que nous avons dit des succédanées des chiffons en les classant d'après leur importance et d'après leur emploi dans les diverses contrées, nous aurons le tableau suivant dans lequel nous faisons figurer le bois et la paille qui, vu leur grande importance, seront étudiés plus tard lorsque nous traiterons des méthodes de fabrication.

Bois. — Suède, Norwège, Russie, France, Angleterre, Allemagne, Autriche.

Paille. — Allemagne, Danemark, Suède, Russie, Autriche, Italie, France, Belgique, Hollande.

Sparte ou Alfa. — Angleterre, France, Espagne, Portugal.

Bambou. — Chine, Japon, Indes-Orientales, Angleterre.

Riz et Maïs. — Amérique, Chine, Japon, Italie.

Urticées et Jute. — Chine, Japon, Amérique, Angleterre, Hollande, Indes-Orientales.

©BIU Santé

Lin et Chanvre. — Russie, Allemagne, France, Autriche, Angleterre, Belgique.

Agave, Aloës, Palmier. — France, Indes-Orientales, Amérique.

Écorce de Mûrier. — Italie.

Feuilles et pulpes de Pomme de terre. — Autriche, Amérique.

Dans ce qui va suivre, nous ne suivrons pas l'ordre chronologique des faits qui devrait nous amener à parler d'abord de la fabrication du papier à la cuve ou à la main, car cette dernière est devenue de moins en moins importante, elle a cédé complètement ou à peu près la place au papier fabriqué à la machine, en sorte que le papier à la cuve étant devenu pour ainsi dire un papier spécial, nous ne parlerons de sa fabrication qu'au moment où nous décrirons la préparation des divers papiers spéciaux dont il fait partie à proprement parler.

©BIU Santé



©BIU Santé

TITRE II

FABRICATION DU PAPIER

CHAPITRE III

FABRICATION DU PAPIER ORDINAIRE DE CHIFFONS

Le papier se fabrique aujourd'hui comme il y a vingt-cinq ans; certains perfectionnements de détail sont venus, il est vrai, rendre plus économiques divers points de la fabrication, mais en réalité aucune matière nouvelle n'a été ni proposée, ni employée depuis de nombreuses années. Les fabrications spéciales basées sur l'emploi des pâtes de bois et de paille se sont beaucoup développées, mais les opérations ordinaires de la papeterie sont toujours les mêmes.

La préparation des chiffons se fait de la même manière; on lessive, on blanchit à peu de chose près toujours de la même façon, la machine a fait peu de progrès, le rendement n'a pas augmenté, le papier n'est ni plus beau, ni meilleur, ni mieux collé, et cependant, dit Barreswill, on peut affirmer qu'une véritable révolution s'est accomplie dans l'art de fabriquer le papier.

Ce qui était l'exception est devenu la règle. Aujourd'hui les chiffons sont partout récoltés avec soin, triés et délissés avec attention. L'époussetage, le lessivage et le blanchiment se font partout méthodiquement, et comme le pratiquaient seuls il y a quelques années un petit nombre de fabricants.

Dans toutes les manufactures, on est au courant des difficultés de collage, on connaît les procédés de coloration; dans toutes on sait employer le kaolin et le sulfate de chaux.

Aujourd'hui les fabricants sont persuadés que l'avenir de la papeterie réside dans ces deux faits : diminuer les frais généraux, augmenter la production.

©BIU Santé

Tous cherchent à éviter les chômages, presque tous font intervenir la vapeur dans la fabrication. Tous comprennent que, pour faire de bon papier à bon marché, il faut non seulement tirer des matières premières le meilleur parti possible, mais aussi faire produire beaucoup aux machines, et pour cela s'outiller de façon à fabriquer beaucoup de pâte.

Le chiffon est aujourd'hui encore la base fondamentale de l'industrie du papier, aussi commencerons-nous cette étude par la description des opérations que l'on doit faire subir à cette matière première pour opérer sa transformation en papier.

On peut classer ainsi ces diverses opérations :

1° Triage ;
2° Délissage, coupage
3° Blutage ;
4° Lavage et lessivage ;
5° Effilochage, défilage
6° Égouttage, pressage ;
7° Blanchiment ;
8° Composition des pâtes ;
9° Affinage ou raffinage ;
10° Collage ;
11° Coloration ;
12° Travail spécial de la machine ;
13° Apprêtage du papier, coupage, glaçage, satinage, réglage, etc.

TRIAGE DES CHIFFONS

Il est toujours plus avantageux de commencer par trier les chiffons à leur arrivée à l'usine avant de les livrer au délissage.

On distingue en général, parmi les matières vendues au fabricant, le *chiffon blanc*, le *chiffon bulle*, le *chiffon commun*, qui comprennent presque exclusivement des chiffons de toile, puis en dernier lieu les *chiffons de couleur*, qui presque toujours sont en coton.

Les chiffons de laine ou de soie sont soigneusement mis de côté, car ils ne doivent pas être traités par les alcalis qui les dissoudraient, ni par le chlore qui les altérerait sans les blanchir. Nous avons vu précédemment d'ailleurs quels sont les procédés à employer pour les séparer.

Pendant le triage, on sépare également les parties dures qui se diviseraient difficilement, telles que les ourlets, les boutons, ainsi que les débris de cordage, les étoupes, les déchets de filature, etc.

Chacune des sortes de chiffons que nous avons énumérées est ensuite soumise à un classement définitif qui varie suivant les fabriques, et qui est subordonné à la qualité des chiffons employés, aux ressources locales et aux diverses sortes de papier à fabriquer.

Pour arriver à ce résultat, on procède au *délissage* et au *coupage*.

©BIU Santé

DÉLISSAGE — COUPAGE

Le délissage se pratique en coupant les chiffons sur une lame de faux implantée dans un établi devant chaque ouvrière occupée au triage.

Avant le coupage, l'ouvrière doit nettoyer les parties trop sales et continuer à enlever les matières étrangères, boutons, crochets, agrafes, épingles, etc.

Les pièces sont dégagées des coutures et ourlets, puis disposées sous forme de bandes, dont la largeur varie entre 5 et 10 centimètres, puis recoupées transversalement par faisceaux plus ou moins épais, suivant la nature du chiffon.

Ces morceaux ainsi taillés sont distribués dans des casiers par ordre de numéros, et forment les qualités suivantes :

Chiffons de fil, chanvre et lin.

Blancs fins neufs.
Blancs fins demi-usés, propres.
Blancs mi-fins.
Blancs gros.
Blancs fins sales.
Blancs mi-fins sales.
Coutures et ourlets propres fins, mi-fins.
Coutures et ourlets gros, sales.
Coutils unis.
Coutils croisés.
Bulles propres, neufs.
Bulles usés.
Bulles chènevotteux.
Gros bulles.
Gros bulles, très chènevotteux.
Cordes blanches, ficelles.
Cordes pailleuses.
Cordes goudronnées.
Déchets de chanvre, étoupes.
Déchets de filature.

Chiffons de coton.

Blancs neufs propres.
Blancs demi-usés, propres.
Blancs sales.
Brûlés.
Coutures et ourlets.
Mousseline blanche.
Mousseline brodée.
Bas tricotés.

©BIU Santé

Cotonnades écrues.
Cotonnades couleurs pâles.
Cotonnades couleurs foncées.
Cotonnades bleues.
Cotonnades roses.
Cordes et franges.
Déchets de filatures.
Déchets du blutoir.

Emballage.

Toile de jute.
Toile de phormium.

Chiffons de laines pures ou mélangées.

Fil et laine.
Laine blanche.
Laine colorée.

Soies.

Soie.
Velours.

Papiers.

Papiers blancs propres.
Papiers colorés.
Papiers sales.
Rognures de carton.

On conçoit combien il est important que ces triages et ces classements soient bien faits; ils doivent donc être surveillés avec le plus grand soin.

En effet, les chiffons choisis et coupés négligemment laissent dans toutes les opérations ultérieures des traces qu'il est impossible de faire disparaître. Ils sont ordureux, se lavent mal, se triturent irrégulièrement, moins promptement et avec plus de déchet, détériorent plus rapidement les cylindres et les platines, en un mot accroissent les frais de fabrication tout en diminuant la valeur des produits.

On a fait de nombreux essais pour arriver à couper les chiffons mécaniquement, et l'on a construit dans ce but des appareils très analogues aux coupe-racines et aux hache-pailles, mais le coupage à la main est préféré.

Au délissage succède le *blutage*.

BLUTAGE

Cette opération consiste à placer les chiffons dans un tambour cylindrique ou conique auquel on imprime un mouvement rapide de rotation.

Ce tambour est formé d'une toile métallique dont les mailles ont environ 1 centimètre en tous sens.

©BIU Santé

Les chiffons sont entraînés d'un bout à l'autre du cylindre par des bras en hélice fixés sur l'arbre central; par ce double mouvement de rotation et de translation, les chiffons subissent un frottement qui enlève les impuretés pouvant y être restées attachées et qui vont s'échapper par les mailles de la toile métallique qui sert d'enveloppe au blutoir.

Dans le cas où l'on doit traiter des chiffons très impurs, pailleux ou chènevotteux, on doit employer un blutoir très puissant qui se nomme *loup briseur* ou *diable*.

Dans les deux opérations précédentes, les chiffons subissent un déchet, variable d'ailleurs suivant l'humidité qu'ils renferment, mais que l'on peut évaluer en moyenne comme suit :

Blancs fins et demi-fins	5 à 10 p. 100
Blancs gros	10 à 15 —
Cotons blancs	5 à 10 —
Cotons colorés	12 à 15 —
Emballages, gros bulles, pailleux	15 à 20 —
Cordes non goudronnées	15 à 20 —
Cordes goudronnées très pailleuses	18 à 25 —

LAVAGE

On a pendant longtemps, après leur passage au blutoir, exposé les chiffons dans des caves où on les arrosait de temps à autre. Leur température s'élevait progressivement, et dans leur masse se développait une sorte de fermentation due au pourrissage et qui durait trois semaines.

Cette pratique avait pour but d'agir sur les fibres des tissus et de disposer les chiffons à mieux se diviser par la suite; mais cette fermentation, lorsqu'elle n'était pas modérée à temps, avait l'inconvénient d'altérer la pâte et de rendre le papier moins nerveux.

On remplace aujourd'hui cette opération par un lessivage méthodique. Mais auparavant, dans beaucoup de cas, on commence par soumettre les chiffons à un **lavage** énergique.

Les procédés de lavage sont au nombre de quatre :

1° Le lavage au châssis;

2° Le lavage aux tambours laveurs;

3° Le lavage à l'intérieur d'un tambour;

4° Le lavage par plan incliné.

Le premier système a l'inconvénient de produire un très grand déchet.

Le second procédé, généralement employé, donne peu de déchet, mais il n'est pas praticable avec les succédanés. Le tambour laveur, qui sert dans ce cas, est une sorte de blutoir plongé dans l'eau, ou encore une grande pile en bois dont le cylindre est garni d'une vingtaine de lames en bois.

Dans ce lavage, les chiffons se dépouillent d'une partie de leur crasse et des matières étrangères qui avaient échappé au blutage.

L'eau qui arrive sous pression à la partie inférieure du tambour détermine une grande agitation qui contribue à maintenir les chiffons constamment en

©BIU Santé

suspension. Les impuretés sont entraînées par l'eau qui s'écoule à la partie supérieure en passant au travers d'une toile métallique qui s'oppose aux pertes de filaments qui pourraient se produire par entraînement. Cette opération, très simple, est aussi très utile en ce sens qu'elle rend plus facile le lessivage qui va suivre.

Le troisième procédé nécessite l'emploi d'un tambour tournant que recouvre une toile métallique. Ce tambour est en partie plongé dans l'eau; il reçoit les matières à son intérieur par charges successives, et peut être également appliqué au lavage des pâtes. Nous aurons à y revenir un peu plus loin.

La toile de ce tambour s'use assez rapidement, et en outre s'oblitère assez facilement, ce qui rend son nettoyage très difficile.

Le quatrième procédé qui utilise le plan incliné est le plus simple, le moins dispendieux, et donne très peu de déchets.

Dans ce dernier cas on établit une grande pile pouvant contenir environ 1.000 kilogrammes de matière; à l'intérieur se trouve une roue à augets qui élève la matière au niveau supérieur d'un châssis incliné à 45 degrés; elle le parcourt avant de circuler dans la pile. Cet appareil, ainsi que les précédents, peut s'appliquer également au lavage des pâtes, comme nous le verrons bientôt.

Enfin, nous dirons quelques mots d'un laveur perfectionné dû à Ralph et qui a pour objet d'assurer un nettoyage plus rapide des chiffons en exécutant, si l'on veut, en même temps, le lavage et le lessivage.

L'appareil consiste en une cage cylindrique dont la paroi extérieure est formée, soit par une plaque perforée, soit par une toile métallique soutenue par des montants verticaux. A l'intérieur, cette cage est pourvue de côtes verticales dirigées de la circonférence vers le centre, montées sur un arbre vertical et formant ainsi des palettes auxquelles on peut imprimer un rapide mouvement de rotation.

Ce mouvement a pour effet de précipiter l'eau au milieu des chiffons qui sont ainsi rapidement agités.

La cage est placée dans une caisse de forme circulaire munie d'un couvercle. Dans un espace annulaire laissé libre autour d'elle, on peut faire passer un jet de vapeur qui amène le liquide à l'ébullition.

Au fond de la caisse extérieure et sous la cage se trouve une dépression qui reçoit les sédiments abandonnés par les chiffons. La force centrifuge produit du dedans au dehors de la cage un fort courant qui entraîne les ordures et les impuretés sans que les chiffons ou fibres puissent s'échapper.

L'opération se conduit de la façon suivante :

La caisse est d'abord à peu près complètement remplie d'eau, puis on charge les chiffons dans la cage et l'on place celle-ci dans la caisse. Le jet de vapeur amène le liquide à l'ébullition, puis on met l'agitateur en mouvement. Une grande partie des impuretés ne tardent pas à se dissoudre, et le dépôt formé à la partie inférieure de la caisse peut être extrait sous forme de limon.

On remplit ensuite la caisse à nouveau d'eau pure que l'on fait bouillir, puis on ajoute les alcalis. On peut alors procéder au lessivage.

Une machine pouvant laver à la fois 250 kilogrammes de chiffons doit avoir

©BIU Santé

une cage de 2 mètres de diamètre sur environ 1 mètre de profondeur, de façon à contenir 3.000 litres de liquide.

Pour les papiers fins, il est nécessaire de laver les chiffons à l'eau chaude, et s'il est possible après avoir enlevé la poussière. Cette opération se fait mieux dans des cylindres laveurs qui doivent être fixés au-dessus des cuves afin de permettre de les vider dans ces dernières.

A défaut d'une telle disposition, on peut en créer une semblable dans la chaudière même, qui permettrait alors de laver à l'avance les chiffons en adaptant quatre robinets à passoires de 100 millimètres environ à la périphérie de l'espace intermédiaire des tamis, et par lesquels coulerait par intervalle l'eau chargée d'impuretés pendant le brassage.

Afin d'empêcher les éclaboussures d'eau sale dans l'atelier, on se sert d'un écran assez élevé en bois, ou en fer-blanc, muni d'une rigole.

L'effet de ce lavage est de rendre les chiffons plus propres, leur cuisson est ensuite de beaucoup accélérée, en outre ils sont moins réfractaires à l'action du chlorure de chaux. Mais, dans tous les cas, il est bon d'envoyer toutes les eaux de lavage dans une citerne où l'on recueille les parties filamenteuses entraînées.

LESSIVAGE

Cette opération du lessivage est une des plus importantes de la fabrication du papier. Elle a pour but de débarrasser les chiffons des matières grasses qu'ils renferment très souvent, puis aussi de décomposer une substance particulière qui est une sorte de gluten végétal, lequel donne aux filaments de la raideur, et par suite nuit à la fabrication du papier.

Le lessivage s'opérait autrefois à feu nu dans des chaudières fixes; on a abandonné ce système pour lui substituer des appareils chauffés à la vapeur.

Les premiers appareils à vapeur employés ont pour type celui que représente la figure 1.

Les chiffons sont d'abord humectés à l'eau tiède, puis mis en tas et placés dans les cuviers de lessivage.

La lessive introduite dane ce cuvier est de composition variable. Elle est chauffée par un courant de vapeur qu'amène un tuyau A sous le double fond B en fonte percé de trous du cuvier M.

Le liquide le plus chaud monte par un tube vertical situé au centre, *mm'* déborde sur les chiffons, puis filtre au travers de leur masse et remplit de nouveau l'intervalle *a* entre les deux fonds. Une nouvelle injection de vapeur fait recommencer l'ascension dans le tuyau central et ainsi de suite. L'opération dure environ six heures.

Un robinet *b* amène l'eau dans le cuvier. Les chiffons humides sont introduits par le conduit en bois *oo*. Le plus souvent le cuvier est fermé par un couvercle mobile en cuivre.

Le lessivage par circulation intermittente étant terminé, la lessive est soutirée, puis remplacée par de l'eau; on termine par un rinçage.

Lorsque l'on applique ce mode de lessivage, on a généralement quatre

©BIU Santé

cuviers; les lessives se déplacent successivement dans les trois premiers, pendant que le quatrième est en déchargement.

Ce procédé a pour principal inconvénient d'être assez lent et nous avons vu que le fabricant devait chercher à opérer rapidement pendant toutes les phases de la fabrication. Aussi a-t-on cherché à rendre l'opération plus rapide en traitant les chiffons dans des lessiveurs rotatifs de forme cylindrique ou sphéroïdale.

Ces appareils contiennent ordinairement de 500 à 1.500 kilogrammes de chiffons.

Les matières alcalines employées sont : la chaux et le sel de soude, rarement

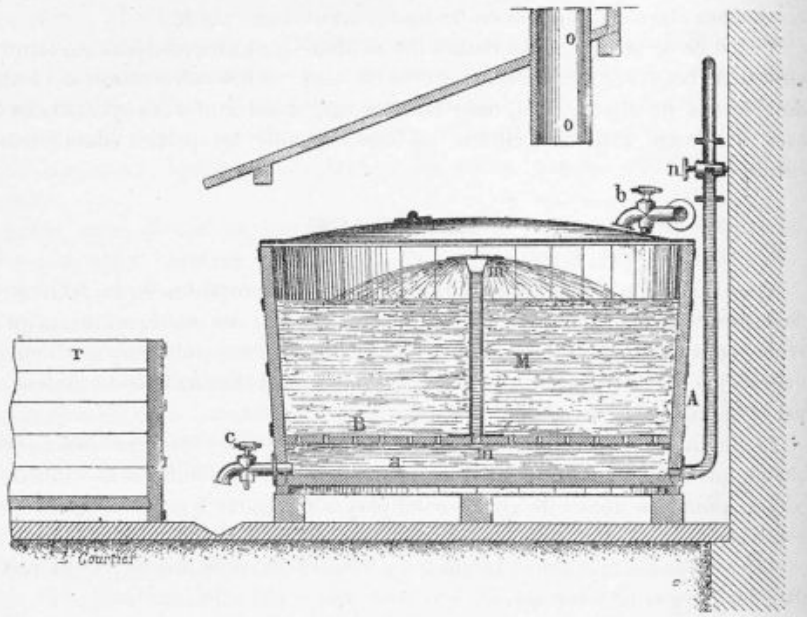


Fig. 1.

la potasse. Ces alcalis ont pour effet de débarrasser les fibres des résines et autres principes étrangers accompagnant ordinairement la cellulose, en formant des savons plus ou moins solubles dans l'eau froide.

Emploi de la chaux. — Cette base fournissant des combinaisons insolubles n'a pas seulement une action dissolvante proprement dite, dit M. Bourdiliat, mais elle est souvent absorbée par les corps gras, et produit avec quelques acides, des composés calcaires qui retiennent et dégagent les matières étrangères au chiffon et contribue ainsi à son nettoyage. Elle a également une action destructive sur quelques couleurs. Son plus grand défaut est de former des savons peu solubles qui peuvent altérer certains papiers colorés et empêcher la dissolution des savons de résine dans l'opération du collage.

©BIU Santé

La chaux employée doit être grasse, blanche, bien cuite. Il est naturellement très important de la soustraire avant l'emploi à l'action de l'air, afin qu'elle ne se carbonate pas.

Avant son emploi, on doit épurer la chaux le mieux possible; pour cela, on fait passer sa dissolution au travers d'un tamis.

Pour opérer cette dissolution, on commence par arroser d'eau l'alcali, puis on laisse le délitage s'opérer; on ajoute ensuite de l'eau chaude ou froide en quantité suffisante pour former un lait de chaux assez épais. Cette première opération se fait dans un réservoir partagé en deux parties par une cloison qui s'arrête à 10 centimètres du fond.

Dans le premier compartiment on fait arriver l'eau sur la chaux; la dissolution remonte dans le deuxième en laissant déposer les corps les plus denses, elle se déverse ensuite sur un tablier qui la conduit sur un tamis d'où elle tombe dans un grand réservoir, dont la capacité doit égaler la moitié de celle du lessiveur. On continue ensuite à verser l'eau dans le petit réservoir, en remuant continuellement jusqu'à ce que le grand soit plein.

Si le lessiveur que l'on emploie est à courant de vapeur, on utilise la vapeur d'échappement pour chauffer l'eau que l'on ajoute au lait de chaux.

La lessive doit être introduite dans le lessiveur par un trou d'homme au moyen d'un canal découvert; on évite ainsi l'engorgement des tuyaux.

La dissolution de sel de soude doit également être tamisée avant son emploi.

Mélange de chaux et de sel de soude. — Le mélange de la chaux avec le sel de soude a pour but de créer une lessive caustique, car le sel de soude perd son acide carbonique qui se combine à la chaux et la soude est rendue caustique.

Supposons qu'on veuille faire une lessive de 1.000 litres à 10 degrés; on prendra 75 kilogrammes de sel de soude que l'on dissoudra à l'ébullition, puis on y projettera peu à peu 45 kilogrammes de chaux vive, en ayant soin à chaque addition d'attendre que l'ébullition ait cessé. On remue à chaque fois et l'on achève de remplir le cuvier, puis on laisse déposer et l'on décante la liqueur. Le dépôt est bien lavé et les eaux de lavage ajoutées au liquide précédent.

On s'assurera que les doses employées ne sont pas en excès par l'addition à la lessive, d'un peu d'eau de chaux bien limpide; s'il se forme un précipité, c'est que le sel de soude est en excès. Si, au contraire, il y avait un excès de chaux, aucun précipité n'apparaîtrait, mais en insufflant de l'air au moyen d'un tube en verre, la lessive devrait se troubler par suite de la formation de carbonate de chaux. La quantité d'alcali à employer varie suivant la qualité et la nature des chiffons.

Quand on emploie le mélange que nous venons d'indiquer, il est très important d'avoir un dosage séparé pour chaque sorte. On ne devra pas chercher à former des lessives trop caustiques, mais à déterminer par expérience les proportions nécessitées par un bon lessivage.

C'est ainsi que pour des cotonnades colorées et des toiles bleues, 3 p. 100 de sel de soude et 7 p. 100 de chaux produisent à trois atmosphères de pression une bonne décoloration.

©BIU Santé

L'examen des matières qui sortent du lessiveur permet généralement, d'après M. Bourdiliat, de juger si les doses de lessive employées sont convenables; mais, comme la pression de la vapeur a également une influence considérable sur la décoloration, il est bon de s'assurer par le papier tournesol de l'alcalinité de la lessive sortante. Elle est trop forte quand elle ramène fortement au bleu le tournesol rougi préalablement par un acide, mais pas assez quand elle est sans influence sur le réactif.

On lessive généralement sous une pression de trois atmosphères; certains fabricants ne dépassent pas une atmosphère. Il y a à ce point de vue deux écoles. Les uns préfèrent une basse pression et font durer l'opération plus longtemps. Les autres, au contraire, mènent rapidement le lessivage en employant une forte pression.

Les hautes pressions énervent davantage le chiffon et conduisent à un plus fort déchet au moment du vidage de la lessive; en outre, elles occasionnent souvent des détériorations aux lessiveurs.

Pour les chiffons grossiers une pression de trois atmosphères est indispensable si l'on ne veut pas dépenser trop d'alcali.

Suivant la nature des chiffons, on introduit la vapeur pendant un temps plus ou moins long, puis on ferme le robinet et on laisse tourner pendant plusieurs heures, de façon à terminer une opération en douze heures, par exemple, remplissage et vidage compris.

Pendant toute l'opération, la pression doit être bien constante, c'est là un point fort important.

Afin de régler convenablement la pression, on doit placer entre le tuyau d'arrivée générale de vapeur et le tuyau qui la conduit au lessiveur, un vase de détente, sur lequel on place un manomètre, une soupape réglée, un sifflet d'alarme et un robinet de purge.

Un robinet placé sur le tuyau d'arrivée et avant le vase de détente sert à régler la pression.

La lessive, d'après M. Bourdiliat, doit occuper la moitié du volume du lessiveur, L'essentiel est qu'après l'action de la vapeur l'appareil ne soit jamais rempli au delà des $\frac{2}{3}$ de sa capacité. Ce point est indispensable, sans quoi le petit tube serait obstrué et les chiffons ne seraient pas suffisamment remués et frottés les uns contre les autres par les chevilles dont le lessiveur est garni intérieurement.

Dans aucun cas on ne doit refroidir brusquement le chiffon lessivé qui se trouve dans le lessiveur. Ce refroidissement doit se faire progressivement par la simple ouverture des robinets. Si l'on refroidissait brusquement par l'addition d'eau froide on durcirait le chiffon, on rendrait son lavage plus long et plus difficile, les produits seraient moins blancs et moins purs.

Le lavage dans le lessiveur ne peut donc se faire qu'à la condition d'y introduire de l'eau à 80 degrés environ, et d'attendre pour commencer, que l'échappement de la vapeur par le robinet de décharge ait suffisamment refroidi l'appareil. Nous verrons d'ailleurs que ce lavage, après lessivage, doit plutôt se faire dans un appareil spécial.

©BIU Santé

Lessivage des chiffons grossiers. — Lorsque l'on doit traiter des qualités inférieures, telles que cordes renfermant de 10 à 15 p. 100 de goudron, filasses, étoupes chargées de chènevottes, etc...., il devient nécessaire de recourir à un double lessivage.

La manière suivante indiquée par M. Bourdiliat est longue, mais elle peut fournir aux fabricants qui sont forcés d'employer des chiffons de basse qualité, le moyen d'arriver par un simple blanchiment au chlorure de chaux, à produire des pâtes d'une pureté remarquable si on les compare aux chiffons dont elles proviennent.

On doit poser en principe que le blanchiment de la chènevotte ne peut s'obtenir si elle n'a pas été détruite préalablement par un bon lessivage.

Dans le cas qui nous occupe, un premier lessivage est opéré en employant 10 p. 100 de sel de soude sous une pression de quatre atmosphères au moins; la vapeur est introduite pendant six heures. On vide ensuite de manière à terminer la première opération en douze heures.

Après l'égouttage, on porte à la défileuse pour laver et ouvrir les cordes ou chiffons. Ce lavage dure une heure environ, on vide et on égoutte. Le demi-défilé est porté à nouveau dans le lessiveur et traité par une lessive qui varie selon la qualité du chiffon; cette lessive est formée généralement de 4 à 7 p. 100 de sel de soude, auquel on ajoute de 3 à 8 p. 100 de chaux.

Ce deuxième lessivage dure douze heures comme le premier.

Dans le cas d'opérations continues, on a évidemment avantage à recueillir les eaux d'égouttage du premier lessivage pour les employer à dissoudre le sel de soude du deuxième.

On peut atteindre ce but en lavant les chiffons dans une caisse et en envoyant les eaux dans un puisard d'où une pompe peut les remonter dans un bassin supérieur.

Ce double lessivage donne d'excellents résultats, il n'y a pas de coloration qui lui résiste, mais son application devient impossible lorsqu'il s'agit de traiter des chiffons de coton ou des chiffons usés.

On peut employer une autre méthode qui permet de pratiquer un double lessivage sans sortir les chiffons du lessiveur.

Pour cela, on fractionne la dose d'alcali en trois parties, dont deux sont employées pendant la première opération qui dure dix heures. La vapeur est introduite pendant quatre heures; on lâche la lessive, on lave à l'eau chaude dans l'appareil, puis on remet l'autre tiers de lessive en laissant la vapeur pendant trois heures.

Cette seconde opération dure environ six heures, de sorte que le double lessivage peut être effectué en dix-huit heures. Le résultat obtenu est inférieur à celui fourni par la première méthode.

En résumé, un bon lessivage peut s'obtenir :

Pour les chiffons blancs.

En se servant du lessiveur cylindrique ou sphérique.
En opérant à basse pression.
En se servant de la chaux comme alcali.

©BIU Santé

Pour les chiffons ordinaires et colorés.

En employant le lessiveur cylindrique ou sphérique.

En opérant à haute pression (trois atmosphères).

En se servant du mélange de chaux et sel de soude.

Pour les chiffons pailleux et grossiers.

En faisant deux opérations dans l'appareil sphérique.

En employant pour la première du sel de soude, et pour la seconde, un mélange de sel de soude et de chaux.

En opérant à quatre atmosphères au moins, puis en faisant un lavage à fond entre les deux lessivages.

Nous avons dit qu'autrefois on ne lessivait pas les chiffons, mais qu'on leur faisait subir une sorte de *pourrissage*.

Ce système causait un très grand déchet et les chiffres suivants vont faire voir quelle amélioration a été réalisée à ce point de vue par l'emploi du lessivage.

POURRISSAGE

	BLANCS fins.	BLANCS mi-fins.	GROS gris.	COLORÉS fins.	COLORÉS gros.
	—	—	—	—	—
Poids des chiffons bruts.	1.000k	1.000k	1.000k	1.000k	1.000k
Perte au délissage et blutage. . .	60k	80k	100k	60k	80k
Durée de la fermentation	6j	12j	24j	8j	15j
Poids de matière lavée et sèche .	720k	660k	400k	580k	500k
Perte	220k	240k	500k	360k	420k

LESSIVAGE

	BLANCS fins.	BLANCS mi-fins.	GROS gris.	COLORÉS fins.	COLORÉS gros.
	—	—	—	—	—
Poids des chiffons bruts.	1.000k	1.000k	1.000k	1.000k	1.000k
Perte au délissage et blutage. . .	60k	80k	100k	60k	80k
Durée	5h	6h	12h	6h	8h
Poids de matière lavée et sèche .	780k	730k	580k	700k	630k
Perte	160k	190k	320k	240k	290k
Différence en faveur du lessivage.	60k	70k	180k	120k	130k

En examinant ces chiffres on peut se convaincre que le lessivage a, d'une part, abrégé de beaucoup le temps autrefois employé, et qu'en second lieu, il procure un grand bénéfice en diminuant les déchets, surtout en ce qui concerne la qualité moyenne des chiffons.

Reprenons maintenant la description des divers appareils employés pour le lessivage. Ils sont tous chauffés à la vapeur. Nous avons parlé de ceux qui sont fixes et à basse pression. Ceux qui sont mobiles ou relatifs sont de forme cylindrique ou sphérique et travaillent à haute pression.

Les avantages généraux des lessiveurs rotatifs sont de pouvoir se vider automatiquement, d'employer une moins grande quantité de lessive, d'opérer plus rapidement et plus économiquement.

©BIU Santé

LESSIVEUR CYLINDRIQUE

Cet appareil représenté (fig. 2, 3, 4, 5) comprend un cylindre reposant sur des tourillons creux par lesquels la vapeur peut entrer et sortir. Il est mû par

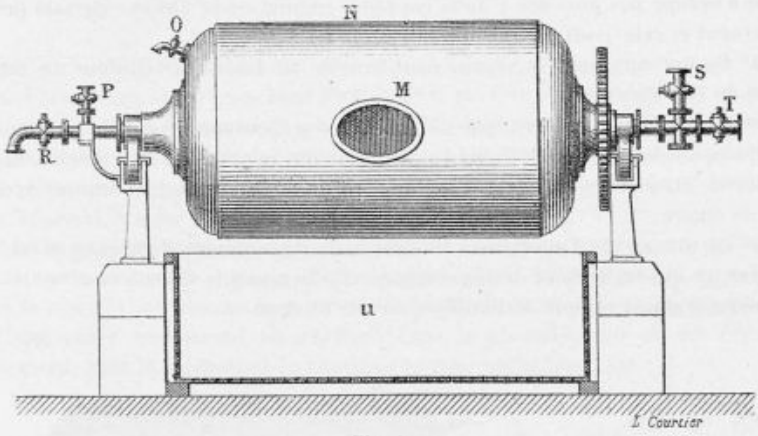


Fig. 2.

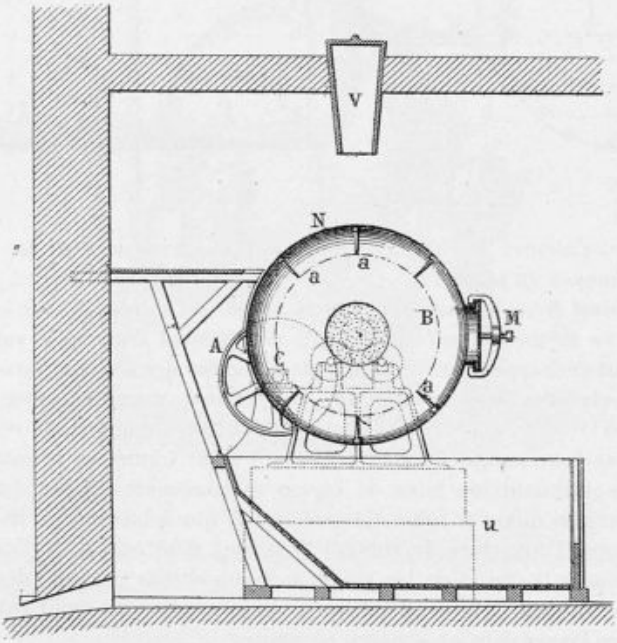


Fig. 3.

un système de transmission A, B, C. Son fonctionnement est fort simple. On commence par faire tourner la chaudière de façon à amener le trou d'homme M

©BIU Santé

en face de la trémie V par laquelle arrivent les chiffons. Ceux-ci sont ensuite égalisés par un foulage opéré soit à l'aide des pieds, soit avec un outil nommé râble.

Le trou d'homme est ensuite fermé et le lait de chaud est introduit par le robinet S jusqu'à ce que la moitié du cylindre soit remplie et pour que le liquide final n'occupe pas plus des $\frac{2}{3}$ de la capacité, comme nous l'avons signalé précédemment et cela pour les raisons suivantes :

1° En opérant ainsi, la vapeur peut trouver au-dessus des chiffons un espace libre où elle s'accumule;

2° Les chiffons enlevés par les chevilles a peuvent retomber pendant le mouvement de rotation et subir les frottements nécessaires qui détachent les matières étrangères, et les mettent de plus en plus en contact intime avec le lait de chaux;

3° Le niveau de l'ouverture du tube *t* de dégagement de vapeur n'est pas atteint, ce qui lui permet de fonctionner régulièrement; dans le cas contraire, le tuyau P serait rempli de liquide et serait obstrué.

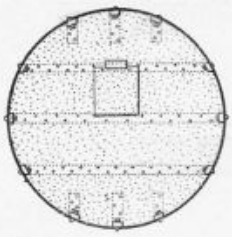


Fig. 3.

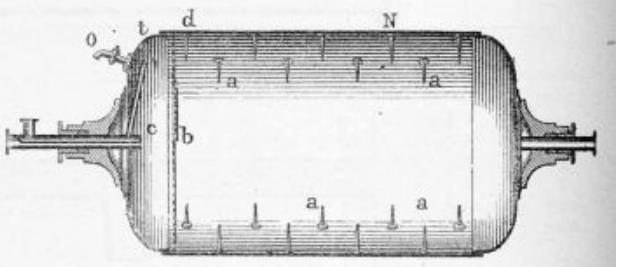


Fig. 4.

On peut s'assurer facilement que le remplissage ne dépasse pas les limites utiles au moyen du robinet O.

Le robinet S est ensuite fermé et la vapeur est introduite par le robinet T. On ouvre en même temps le robinet de dégagement d'air et le robinet P par lequel peut s'échapper l'excédant de vapeur. Ce dernier doit être ouvert de façon à entretenir dans le lessiveur une température comprise entre 120 et 130 degrés. On laisse le tout dans cet état pendant trois ou quatre heures.

Au bout de ce temps, les robinets M et P sont fermés et le mouvement de rotation continuant, on laisse la vapeur se condenser pendant environ trois heures, puis on ouvre le robinet de vidange R qui donne issue à la lessive. En même temps, l'ouverture du robinet S permet d'introduire de l'eau pure au moyen de laquelle on rince les chiffons, ce qui abrège le travail des piles défileuses qui va suivre. Mais nous avons vu précédemment qu'il est préférable d'opérer ce lavage dans un appareil particulier.

La durée totale du lessivage est au maximum de douze heures; elle est variable suivant la qualité des chiffons.

Pour vider le lessiveur on ouvre le trou d'homme, puis l'on injecte de l'eau

©BIU Santé

qui entraîne les chiffons hors de l'appareil; ceux-ci sont reçus dans un récipient *u*.

Les premiers lessiveurs cylindriques sont dus à Planche et Rieder, on a cherché à les perfectionner en les faisant sphériques. Cette idée est due à Donkin.

LESSIVEUR SPHÉRIQUE

Ces lessiveurs sphériques sont formés de tôles très fortement rivées et pouvant résister à des pressions de plusieurs atmosphères. Les sphères sont généralement placées sur deux supports et peuvent tourner librement. A l'intérieur se trouve ordinairement une palette en tôle dont le mouvement sert à élever, développer et brasser les chiffons.

Une large ouverture, suffisante pour laisser passer un homme, est pratiquée au flanc de la machine perpendiculairement à l'axe de rotation, et quand on veut la remplir, on tourne ce trou vers le plafond, on ouvre une trappe et l'on fait descendre doucement les chiffons dans la chaudière où on les répartit également, puis le traitement se continue comme précédemment.

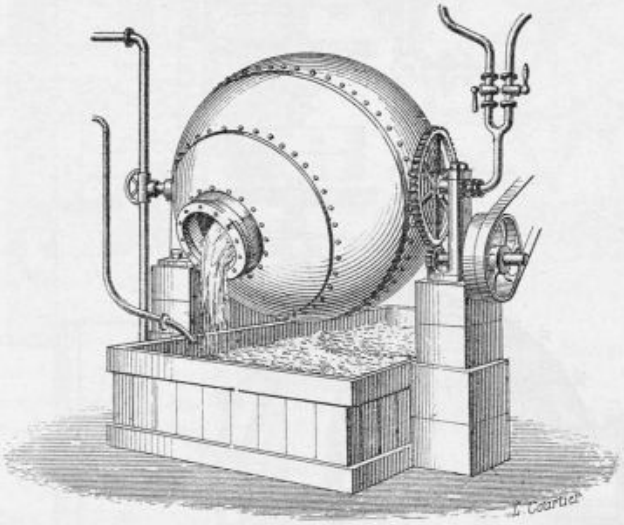


Fig. 6.

La figure 6 représente l'ensemble d'un lessiveur sphérique ordinaire.

Nous donnons aussi (fig. 7, 8, 9) les détails d'un bon appareil de ce genre dû à MM. Séraphin.

La figure 7 est une section verticale faite par l'axe des sphères; nous représentons deux lessiveurs conjugués.

La figure 8 est un plan de la transmission de mouvement qui fait fonctionner les deux appareils.

©BIU Santé

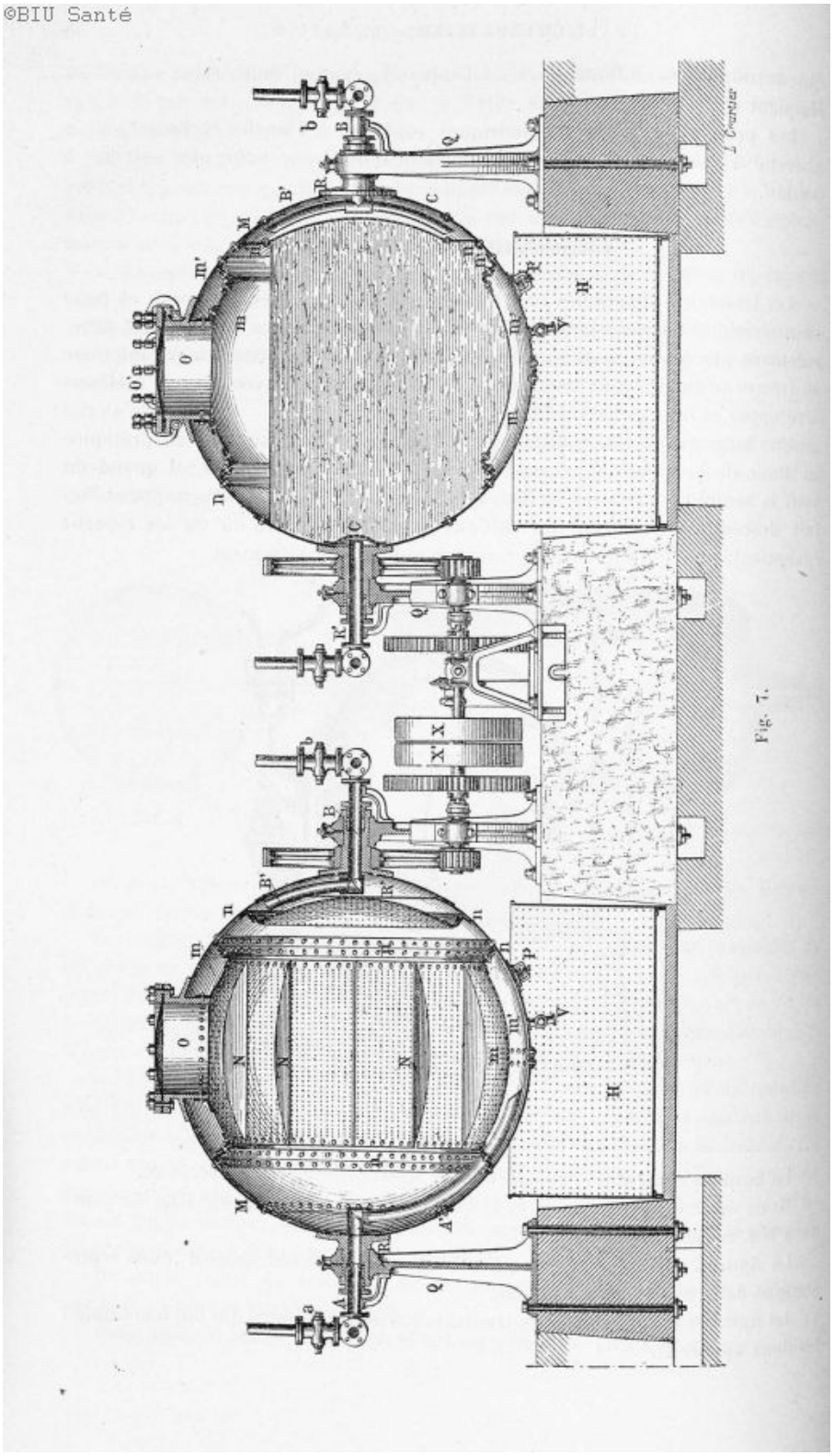


Fig. 7.

©BIU Santé

La figure 9 est une élévation latérale de cette transmission.

Chacune des sphères M, M' possède un système différent d'amenée de vapeur. Leur diamètre est de $1^m,900$. Elles peuvent contenir 600 kilogrammes de chiffons.

A l'intérieur des sphères se trouve une tôle m peu épaisse qui forme double fond et qui est reliée à la paroi intérieure par des cornières n. Dans l'espace annulaire m' est amenée la vapeur.

Le double fond m est percé de trous d'environ 10 millimètres, il reçoit soit des palettes N, soit de fortes dents.

Dans la sphère et son double fond se trouve percée une ouverture O par laquelle on introduit les chiffons et qui est fermée par un couvercle O' maintenu soit par des boulons, soit par de petites presses à vis.

Un reniflard P a pour but de fonctionner comme soupape de sûreté et comme soupape de rentrée d'air.

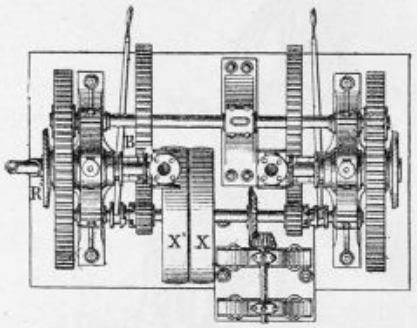


Fig. 8.

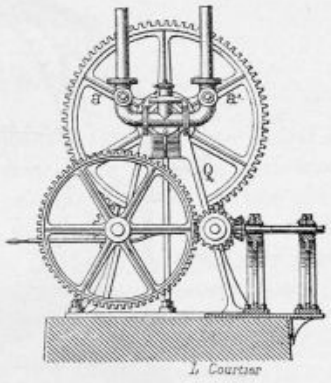


Fig. 9.

Sur chaque sphère se trouve un robinet V qui sert à faire écouler entièrement la lessive lorsque l'on vide l'appareil.

On voit que chacune des sphères est supportée par deux tourillons creux R, R' tournant dans les paliers Q.

Une transmission composée de poulies XX' et de plusieurs engrenages sert à donner aux sphères le mouvement de rotation. Les diamètres des engrenages sont calculés de façon à ce que le mouvement des lessiveurs soit assez lent.

Chacun des deux tourillons R, R' est creux. La vapeur et les lessives peuvent être amenées de différentes façons. Dans la première, un tuyau central A se branche sur une culotte portant deux robinets a, a'. A l'intérieur du lessiveur se trouve un tuyau A' recourbé, pénétrant comme le montre la figure dans le double fond et qui tourne avec l'appareil.

Par le tourillon opposé R' passe un tube fixe B d'une part, se raccordant à la culotte munie de deux robinets b, b' et pénétrant d'autre part dans la sphère par un coude à vis B'.

Dans l'autre lessiveur se trouve figurée une disposition différente. La vapeur

©BIU Santé

arrive par une pomme d'arrosoir *c* fixée sur la paroi interne du lessiveur. Au côté opposé sont deux tubes fixes B' et C dont l'un vertical recueille les vapeurs, tandis que l'autre descendant amène l'eau ou la lessive.

Sous chaque lessiveur se trouve installé un réservoir métallique H percé de trous dans lequel on reçoit les chiffons qui s'y égouttent.

Ces lessiveurs sphériques fonctionnent comme le lessiveur cylindrique décrit précédemment. Leur diamètre intérieur variable dépasse rarement 2m,50. Les lessiveurs cylindriques, beaucoup plus encombrants, ont des diamètres qui varient entre 1m,80 et 2m,50 et des longueurs pouvant atteindre 6 mètres.

Nous donnons (fig. 10) l'ensemble d'un lessiveur sphérique qui a sur les systèmes précédemment décrits l'avantage d'une certaine simplicité, mais qui fonctionne exactement de la même manière.

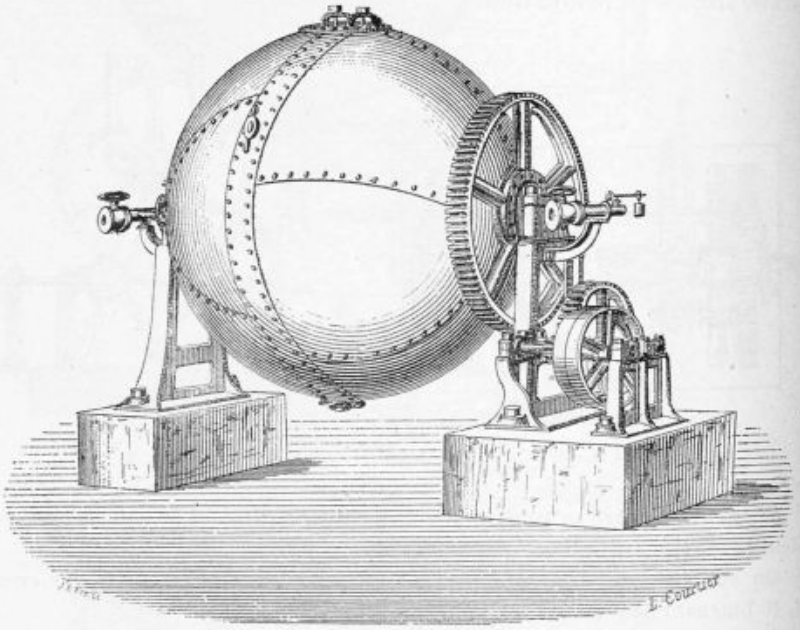


Fig. 10.

On a fait divers reproches aux appareils que nous venons d'étudier. Leur construction est généralement assez coûteuse, et surtout ils sont sujets à un très grave inconvénient, celui de pouvoir faire explosion. Ces explosions sont quelquefois subites et paraissent souvent inexplicables. Étant admis que la qualité du métal qui forme les appareils n'est pas mise en jeu, que la construction n'est pas défectueuse, on ne peut guère les attribuer qu'aux fatigues supportées par les lessiveurs, aux ébranlements qui résultent de la rotation constante, aux dilatations et aux contractions successives qui fatiguent beaucoup les rivures.

©BIU Santé

Quoi qu'il en soit, il est indispensable que les épaisseurs de métal soient rigoureusement calculées.

Redtenbacher a donné pour l'épaisseur d'une chaudière à vapeur cylindrique en fer la formule suivante :

$$d = \frac{1{,}315 + 0{,}495\ n}{363 - n}\ \mathrm{D},$$

dans laquelle :

D Indique le diamètre intérieur en centimètres de la partie cylindrique.

d Est l'épaisseur de la paroi.

n Est la pression en atmosphères à laquelle la paroi est soumise.

Si, par exemple, nous avons un lessiveur cylindrique de $1^m,80$ de diamètre, recevant de la vapeur à six atmosphères, nous aurons :

$$d = 0^m,0216.$$

Quand la chaudière est sphérique, la formule devient :

$$d = \frac{3{,}125 + 0{,}495\ n}{725 - n}\ \mathrm{D}.$$

Si, par exemple, nous avons un lessiveur sphérique d'un diamètre D égal à $2^m,55$, nous retrouverons $d = 0^m,0216$. On voit donc qu'un lessiveur sphérique ayant un diamètre égal à $2^m,55$ ne nécessite pas une épaisseur de tôle plus grande qu'un lessiveur cylindrique n'ayant que $1^m,80$ de diamètre.

En pratique toutefois, avec des fers ou aciers de très bonne qualité, on peut se tenir un peu au-dessous des chiffres donnés par les formules précédentes.

LAVAGE APRÈS LESSIVAGE

Nous avons dit que ce lavage était fort utile, même indispensable, et qu'il était préférable de le pratiquer en dehors du lessiveur.

On obtient en appliquant ce mode d'opérer une plus grande pureté, une plus complète blancheur de la pâte. En outre, le travail des défileuses est facilité, parce qu'on enlève ainsi tout d'abord une grande partie des savons solubles formés par le lessivage.

Ce lavage peut s'effectuer facilement dans une grande pile laveuse en bois, munie d'un cylindre en bois, d'un tambour laveur à écopes recouvert d'une toile, d'une gouttière ou d'une grille en fer pouvant s'abaisser à volonté et permettant l'enlèvement des corps légers. Un double fond règne dans toute la partie plane.

Ce double fond est formé par des traverses espacées d'environ 10 millimètres placées dans le sens de la largeur de la pile et s'appuyant sur deux longrines, de façon à laisser libre l'espace compris entre le fond et le double fond. Cet espace est ouvert à ses deux extrémités, de façon à pouvoir y établir un courant d'eau pour se débarrasser du sable et des autres matières qui s'y déposent, sans être obligé de démonter à chaque instant les traverses qui for-

©BIU Santé

ment le double fond. Le tuyau amenant l'eau propre est muni de deux robinets, l'un aboutissant au niveau supérieur des traverses pour laver les chiffons de bas en haut, l'autre amenant l'eau pour laver de haut en bas.

Voici comment M. Bourdiliat conseille de régler l'opération :

On lave d'abord de bas en haut, on abaisse la grille quand l'eau sort à peu près claire, puis on ferme le robinet inférieur et l'on enlève une des bandes qui ferment le double fond à ses extrémités. L'eau en s'échappant nettoie ce double fond et enlève tous les corps pesants.

On peut répéter cette opération, puis on enlève, à l'aide d'un crochet, les chiffons suffisamment égouttés et lavés. On peut aussi régler la bande de façon qu'il s'échappe autant d'eau qu'il en peut arriver par le robinet supérieur et continuer ainsi le lavage.

Avec de l'eau en abondance on peut laver 1.000 kilogrammes de chiffons en douze heures.

La pile, dont la construction est assez coûteuse et occupe beaucoup de place, peut être remplacée par un tambour garni d'une toile en fer que l'on fait tourner dans une caisse en maçonnerie qui reçoit un courant d'eau.

Cette caisse forme déversoir sur le côté opposé à l'arrivée de l'eau; elle est en outre percée à sa partie inférieure d'un trou bouché par une bonde,

Le tambour, auquel on peut donner 2 mètres de long et 1m,20 de diamètre pour une contenance de 50 kilogrammes de chiffons, est construit de façon à se passer de presse-étoupes, c'est-à-dire que le déversoir est plus bas que son axe pour que l'eau n'arrive jamais à cette hauteur.

Une vanne est disposée du côté de l'entrée de l'eau si l'on veut laver de bas en haut.

L'eau traverse le tambour dans sa largeur pour aller se déverser à la partie supérieure, où elle entraîne les corps légers.

Quand elle commence à sortir claire, on enlève une bande et l'on ouvre le robinet du tuyau de distribution supérieur; l'eau traverse alors le chiffon de haut en bas; on répète cette manœuvre plusieurs fois.

Les chiffons égouttés se retirent à la main par un large trou d'homme.

Le tambour doit faire à peine trois tours par minute, et l'eau du déversoir doit passer en s'échappant sur un plan incliné garni d'une toile métallique en fer sur laquelle s'arrêtent les filaments entraînés.

On peut encore employer la machine dite américaine, qui est une sorte de blutoir conique dont une partie plonge dans l'eau. L'appareil tourne lentement et les chiffons, qui entrent par une extrémité, ressortent par l'autre, aidés par le mouvement de rotation et la pente du blutoir.

DÉFILAGE — EFFILOCHAGE

Les chiffons lessivés et lavés sont transportés ensuite aux appareils défileurs.

Cette opération du défilage commence la fabrication proprement dite. Elle a pour but de transformer la matière première, de désagréger les tissus, de séparer les fibres, puis de les nettoyer complètement et de les triturer de façon à en former une *pâte*.

©BIU Santé

Dans l'opération du défilage on produit une première demi-pâte, qui porte le nom de *défilé*, un peu plus tard l'opération du raffinage terminant complètement la trituration, et presque toujours avec les mêmes appareils que ceux employés dans le défilage, produira la pâte nommée *raffiné*.

Pour ne pas scinder l'ordre des opérations, nous sommes conduit à parler brièvement des appareils produisant le *défilé*, mais nous reviendrons sur leur description à propos du *raffiné*.

Dans le principe, la division, le défilage ou l'effilochage des chiffons s'obtenait au moyen de pilons ou maillets ; on a conservé, pour les nouvelles machines, les épithètes de défileuses et d'effilocheuses.

Nous n'avons pas à insister sur les machines primitives, que nous rappellerons en peu de mots.

Citons tout d'abord la délisseuse Daubrée, qui était une sorte de hache-paille à tambour, muni de courtes lames, les unes obliques ou en hélice, les autres droites et verticales, agissant à la manière de faux, tournant à raison de trois à quatre cents tours par minute, pour découper en petits carreaux les chiffons de linge.

Ces chiffons leur étaient présentés par des rouleaux de pression convenablement superposés accompagnés d'une toile et d'un cuir sans fin alimentaires.

Cette machine pouvait opérer le travail d'une partie des ouvrières délisseuses, mais ne dispensait nullement de l'opération préalable si importante du triage à la main, du battage et de l'époussetage.

Jusqu'en 1815 on continuait à se servir en France, pour la fabrication des pâtes à papier, de maillets à longues pannes verticales en bois, garnies de lames, de clous aciérés, dont les manches horizontaux étaient soulevés à la tête par autant de cames.

Ces maillets, en retombant sur le fond d'auges oblongues en bois, garnies de plaques de fonte ou de bronze, servaient à triturer les chiffons sous l'affluence d'un jet liquide permanent, tandis que l'eau salie s'échappait un peu au-dessus du fond par des ouvertures grillagées.

A partir de 1815, on substitua à ces appareils primitifs les cylindres à la hollandaise, affilocheurs, dégrossisseurs et affineurs à volonté, qui datent, à ce qu'il paraît, de la dernière moitié du XVII[e] siècle.

Ces anciens cylindres, véritables types des moulins à tan et à tabac, étaient généralement construits en bois dur armés de lames d'acier droites à doubles biseaux ou tranchants munies de cannelures parallèles à l'axe et retenues solidement, comme aujourd'hui, entre des platines métalliques aux deux bouts.

Ces cylindres et ces lames, montées sur un puissant arbre horizontal en fer, tournaient avec une vitesse de 60 à 80 tours par minute transversalement dans une cuve horizontale oblongue, revêtue de plomb, arrondie aux deux bouts, que partageait en son milieu, dans le sens longitudinal, une courte cloison verticale, interrompue à une certaine distance des deux bouts.

Cette cloison séparait la partie active où le cylindre opérait, de l'autre moitié de la cuve, remplie d'une eau limpide, qui, emportée par le courant que provoquait la rotation rapide du cylindre effilocheur, entraînait les flocons de matière en partie désagrégée.

©BIU Santé

Ces flocons de matière étaient incessamment ramenés entre les couteaux du cylindre et ceux légèrement obliques fixés sur la platine du fond.

Telle était la disposition de l'appareil triturateur employé au commencement du siècle, nous verrons que les modifications et les perfectionnements apportés depuis ne sont que d'une importance secondaire.

Les cylindres, en outre, étaient, comme aujourd'hui, recouverts d'un chapiteau en bois pour empêcher la projection du liquide au dehors. L'eau, arrivée pure dans la cuve, s'en échappait continuellement salie, au travers d'ouvertures placées à l'un des bouts du chapiteau et précédées, pour retenir les effiloches de la pâte, de châssis grillagés en toile métallique.

La masse d'eau, chargée de la pâte suffisamment effilochée et lavée, passait, comme aujourd'hui encore, dans une cuve de décharge et de dépôt inférieure.

Gensanne, à la fin du XVIII[e] siècle, tenta inutilement de substituer au système primitif des cylindres, si simples et si ingénieux, des moulins à noix coniques verticales armées de lames tranchantes opérant contre d'autres lames obliques.

Les noix tournaient avec une certaines rapidité, entraînant par l'action de la force centrifuge l'eau et les effiloches, de la base vers le sommet.

Ces tentatives eurent un certain succès pour la réduction en pâte des rognures de vieux papiers destinées à fabriquer le carton.

Quoi qu'il en soit, les appareils de trituration peuvent appartenir à l'une des quatre catégories suivantes :

Appareils fonctionnant par percussion.
Appareils fonctionnant par friction.
Appareils fonctionnant par déchirement.
Appareils fonctionnant par déchirement et friction.

Les anciennes piles à maillets appartiennent au groupe des appareils fonctionnant par percussion, mais le grand emplacement qu'elles nécessitent et leur lenteur les font rejeter de la pratique, surtout lorsqu'il s'agit de traiter les succédanés.

Les appareils à friction consistent en meules verticales tournant sur meule horizontale; ces engins ne donnent que des résultats peu satisfaisants.

Les appareils à déchirement, ou piles à cylindres, sont ceux dont nous allons nous occuper; quant aux derniers, à déchirement et à friction, nous aurons à nous en occuper lorsque nous traiterons de l'emploi des succédanés, principalement des pâtes de bois.

PILES DÉFILEUSES OU EFFILOCHEUSES

Ces appareils peuvent être en bois, en fonte, en fer ou en maçonnerie.

Les cylindres qui en font partie peuvent être également en fonte ou en bois. Enfin, les lames de ces cylindres et des platines sont faites soit en acier, soit en bronze.

Le type de la pile moderne est représenté figure 11 et 12.

Cet appareil comprend essentiellement une caisse MM, dont la longueur

©BIU Santé

moyenne est de 3 mètres. Cette caisse est terminée à chacune de ses extrémités par un demi-cylindre qu'il est mieux de faire à base elliptique.

Le diaphragme vertical NN partage la caisse dans le sens de sa longueur, et la divise en deux canaux RR'. Le chiffon peut ainsi circuler constamment, passant d'un canal dans l'autre, suivant le mouvement du liquide.

Sur l'un des côtés, dans un plan perpendiculaire au diaphragme se trouve fixé l'axe du cylindre O.

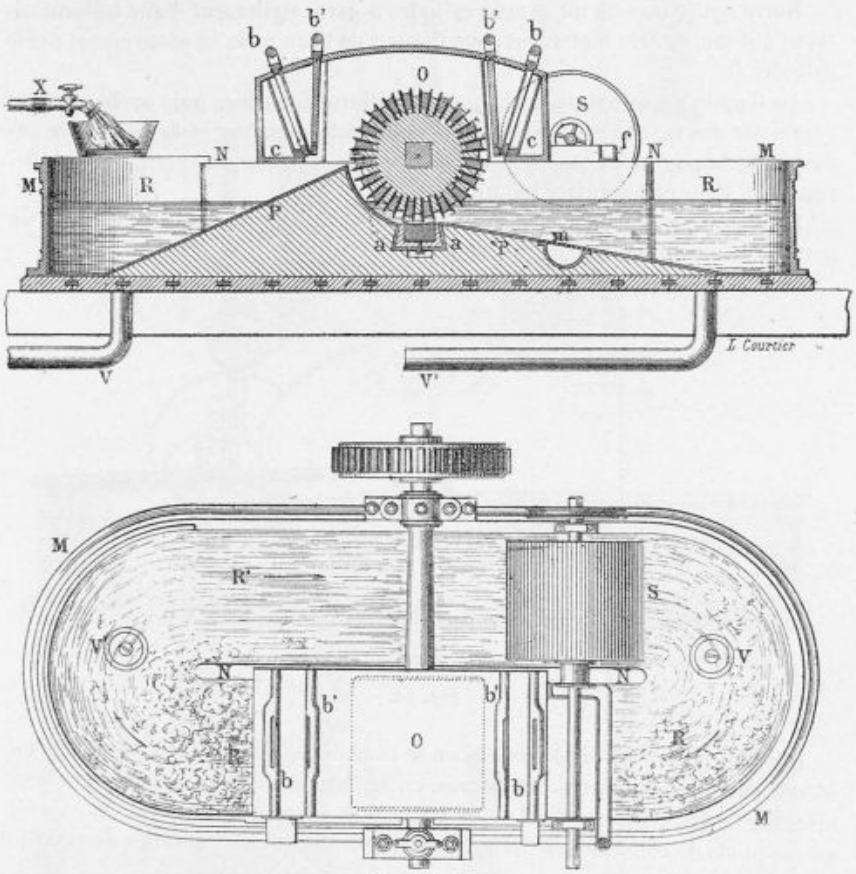


Fig. 11 et 12.

Ce cylindre, comme le montre la figure 11, est muni de lames serrées par des coins. Au-dessous du cylindre se trouve la platine, en fonte généralement *aa*, armée également de lames serrées par des coins en bois.

Ces lames, disposées parallèlement entre elles, forment un très petit angle avec celles du cylindre.

Le cylindre, en tournant à raison de 250 tours environ par minute, met l'eau en mouvement; le chiffon est entraîné. La matière passe et repasse ainsi

©BIU Santé

constamment entre le cylindre et la platine et sa division est bientôt devenue complète.

L'eau de la pile est constamment renouvelée par un robinet X, qui amène de l'eau fraîche; quant à celle qui a servi à laver les chiffons, elle s'écoule par deux châssis en toile métallique *bb* dans une rigole qui aboutit à un tuyau de décharge.

Quand la majeure partie de l'eau trouble est extraite du défilé, les deux valets pleins *bb'* sont placés devant les châssis à toiles métalliques.

Notre figure montre un second cylindre S garni également d'une toile métallique qui tourne très lentement sous l'action de l'eau mise en mouvement par le cylindre O.

Le liquide s'y introduit, mais non la matière effilochée, puis ce liquide est repris par des tuyaux en spirale qui le ramènent dans l'axe et le font sortir au-dessus de la pile par la rigole *ff'*. Finalement la rigole *m*, couverte d'une grille, retient le sable et les autres impuretés.

La pile Miller et Herbert, que nous donnons figures 13, 14, 15, 16, est un perfectionnement de l'appareil précédent.

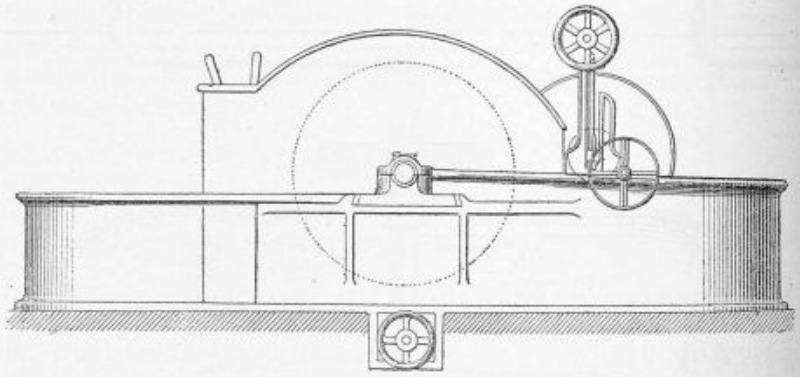


Fig. 13.

Dans les premières piles en fonte on se bornait le plus souvent à construire en métal seulement les parois extérieures, en les faisant de plusieurs pièces assemblées par des boulons. Le fond et la séparation restaient en bois. On conçoit que ce mode de construction ne présentait pas toutes les garanties de solidité nécessaires.

La pile dont nous allons nous occuper est tout entière en fonte. Elle est de plus, d'une capacité beaucoup plus grande. Sa longueur est de 3m,95, sa largeur de 2 mètres. Elle peut contenir 130 kilogrammes de pâte; le diamètre du cylindre est égal à 1m,20.

La partie la plus intéressante de cet appareil repose dans le mécanisme de rapprochement du cylindre et de la platine.

Le mécanisme ordinairement employé pour remonter ou descendre le cylindre pendant le fonctionnement consiste dans une disposition de vis et de

©BIU Santé

levier, qui souvent a l'inconvénient de relever ou de descendre le cylindre d'un côté seulement et d'amener ainsi des différences d'écartement entre le cylindre et la platine de la pile.

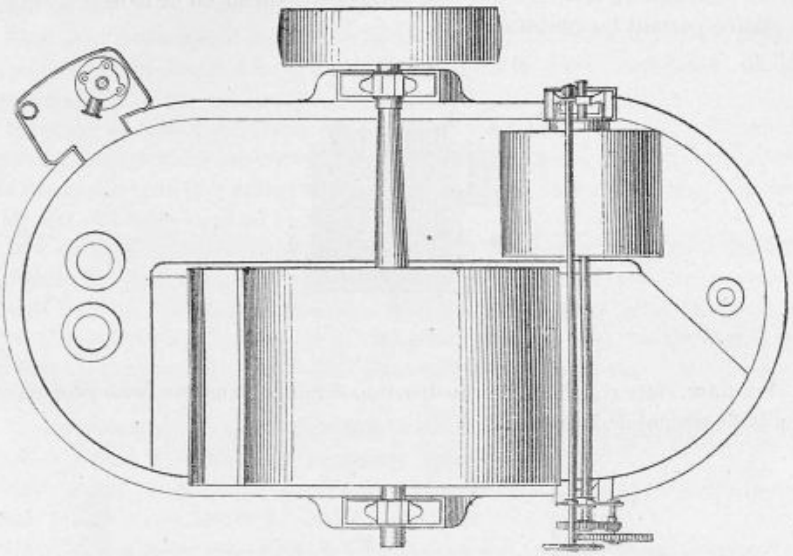


Fig. 14.

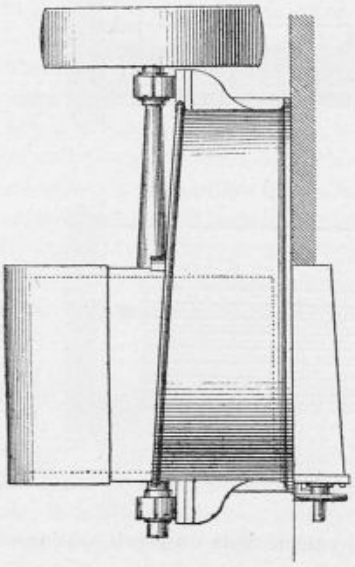


Fig. 15.

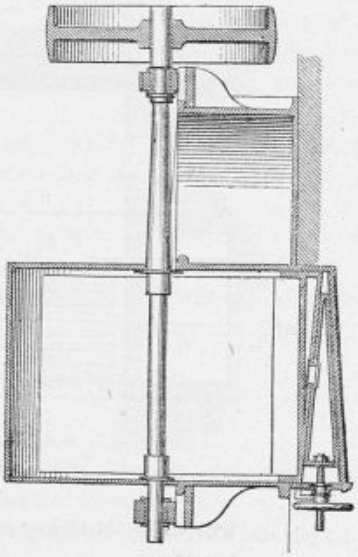


Fig. 16.

Ici, cet inconvénient est évité ; le rapprochement s'opère non plus en agissant sur le cylindre, mais en agissant sur la platine elle-même.

©BIU Santé

Le cylindre est fixe dans ses supports, tandis que la platine descend ou remonte suivant la nécessité.

Comme on peut le voir facilement sur la figure 16, ce mouvement est obtenu par un coin qui, au moyen d'une vis, permet de hausser ou de baisser à volonté la platine portant les couteaux.

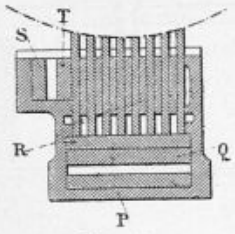


Fig. 17.

En outre, cette simplicité de construction diminue dans une forte proportion le prix de revient de l'appareil.

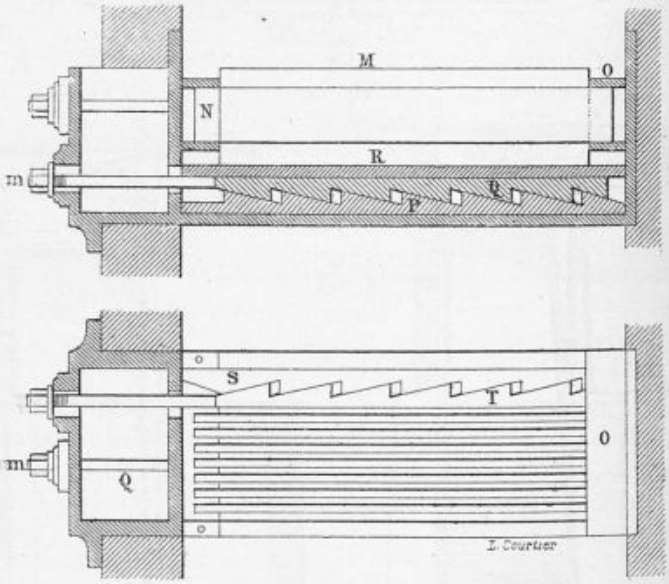


Fig. 18.

La pile de MM. Orioly et Henry est aussi conçue dans un esprit pratique et mérite d'être signalée.

Cet appareil comprend une cuve ou trémie conique dont l'extrémité inférieure s'adapte au centre d'une plaque épaisse en fonte ou en acier placée horizontalement. Au-dessous se trouve une seconde plaque en acier ou en fonte à

©BIU Santé

laquelle un mouvement rapide de rotation peut être communiqué au moyen d'un mécanisme semblable à celui d'un moulin à farine.

Ces deux plaques font l'office de meules, et leurs surfaces en contact sont striées comme celles des meules à blé.

Elles sont enfermées dans une cavité cylindrique de laquelle part un tuyau qui se termine au-dessus d'un plan incliné placé à la partie supérieure de la trémie ou cuve.

Il résulte de cette disposition que si cette cuve conique est remplie de pâte à papier incomplètement broyée et que l'on mette l'appareil en mouvement, la pâte descendant par l'ouverture de la meule supérieure fixe est saisie par la meule inférieure et broyée pendant sa rotation.

Elle est ainsi rejetée à la circonférence, et la force centrifuge, dont l'action accumule une quantité de plus en plus grande de pâte dans l'enveloppe cylindrique des meules la force à remonter le tuyau d'ascension et à se déverser dans les meules sous l'action de la pesanteur, de sorte que la circulation est continue et que toute la pâte subit nécessairement le frottement des plaques métalliques.

Signalons encore un perfectionnement récent apporté aux platines pour piles à cylindres dû à M. Vedèche et représenté figures 17 et 18.

Nous avons vu que dans les platines ordinaires les lames et les entre-lames étaient reliées au moyen de boulons ou de rivets.

Lorsque les lames sont usées, il faut buriner ou raboter les entre-lames et relever le paquet en le calant par-dessus.

Pour éviter ce rabotage des entre-lames, on emploie la disposition suivante :

Les lames de platine sont en M, et les entre-lames N sont supportées et maintenues par les traverses O fixées à la boîte à platine. Une crémaillère P est fixe, une autre Q est mobile ; on peut la régler au moyen de la tige filetée *m*. Les lames M reposent sur une cale R.

On voit que si les lames de platine sont usées, il suffit, pour les remonter, de faire avancer la crémaillère Q vers la gauche en tournant l'écrou de la tige *m* ; les entre-lames restent maintenues en place.

Le serrage des lames sur le côté s'opère au moyen de deux crémaillères S et T, agissant comme les crémaillères P et Q, dont nous venons de parler.

Cette disposition permet de serrer les lames à l'endroit où elles travaillent.

FONCTIONNEMENT DES PILES

On peut charger la pile défileuse de deux façons différentes :

Des aides ouvriers amènent tous les chiffons à la fois et les projettent dans la pile, le maître ouvrier, ou gouverneur, pousse alors avec une spatule les chiffons et les engage sous le cylindre, en ayant soin de modérer l'arrivée de la matière de façon à ne pas causer d'accident.

Lorsque tous les chiffons sont ainsi mis en suspension dans l'eau, le gouverneur abaisse le cylindre pour que la matière subisse un frottement intense qui a pour résultat d'enlever la crasse et les matières étrangères.

©BIU Santé

On peut aussi ne charger les chiffons que peu à peu, par poignées; dans ce cas, on rapproche immédiatement le cylindre de la platine, et les précautions à prendre sont beaucoup moins nécessaires. Le travail est moins rapide, mais plus sûr.

Au fur et à mesure que l'eau sale s'écoule, le gouverneur rapproche graduellement le cylindre de la platine de façon à obtenir le défilage complet du chiffon, qui se transforme peu à peu en une sorte de charpie très longue, très fine et très chargée d'eau.

On fait durer le défilage plus ou moins longtemps, suivant la nature des chiffons traités, les dimensions de la pile, son état d'entretien, et suivant aussi la quantité d'eau employée.

En général le travail dure de deux à trois heures.

Si l'on doit blanchir au chlore gazeux, il sera bon de faire durer le défilage pendant quatre heures au moins, afin de mieux préparer la matière à l'action blanchissante du chlore.

Dans une papeterie bien installée, on doit avoir des défileuses doubles, étagées. Les défileuses supérieures sont employées pour les premiers lavages; les châssis ont des toiles dont les mailles sont plus larges, l'écoulement de l'eau peut être ainsi très abondant.

Les défileuses inférieures reçoivent alors une matière presque complètement préparée, et ne font que terminer définitivement cette préparation.

On peut objecter que cette manière de faire augmente la main-d'œuvre et la durée de la fabrication, mais ces inconvénients sont largement compensés par la plus grande beauté des papiers ainsi obtenus.

Le spatulage doit se faire avec soin et avec énergie pendant tout le temps que dure l'opération. On doit vérifier de temps en temps l'homogénéité de la pâte.

La capacité des piles défileuses est très variable; en France, elle ne dépasse guère celle nécessaire à la production de 150 kilogrammes de papier sec; en Amérique au contraire, on va souvent jusqu'à 500 kilogrammes. Les piles américaines ont donc la plupart du temps de très grandes dimensions qui peuvent aller jusqu'à 7 mètres de longueur avec 3 mètres de largeur.

Une fois le défilage terminé, la soupape de décharge est ouverte, le défilé se rend alors dans les caisses d'égouttage, ou bien immédiatement aux piles blanchisseuses lorsque le blanchiment doit se faire au chlore liquide.

Il arrive souvent que l'on blanchit dans la pile défileuse elle-même, mais cette pratique est condamnable. La pile en effet, qui est le plus souvent complètement métallique, se trouve détériorée par l'action des réactifs employés au blanchiment.

Les eaux de lavage sont ordinairement recueillies dans de grands réservoirs où se déposent les matières filamenteuses entraînées, qui sont ensuite utilisées pour fabriquer des cartons ou des papiers d'emballage.

Nous signalerons ici, au sujet des pertes de pâte qui peuvent se produire dans les diverses manipulations de la papeterie, l'emploi d'un appareil récent qui donne de bons résultats; c'est le ramasse-pâtes Wandel représenté figure 19.

Ce ramasse-pâtes sert à recueillir les parcelles de pâte qui s'écoulent avec

©BIU Santé

l'eau venant du papier ou de la pile et qui ont une valeur assez grande, surtout lorsqu'il s'agit de pâte de chiffon.

L'appareil, comme on le voit, consiste en une boîte dans laquelle tourne lentement un tambour ou un cylindre monté sur un axe horizontal. L'eau perdue des diverses machines de la papeterie qui est recueillie dans la boîte, passe dans le cylindre et s'écoule par des tuyaux de décharge dont la boîte est munie, tandis que la pâte renfermée dans l'eau est arrêtée par la paroi du cylindre, dont un petit rouleau la détache facilement.

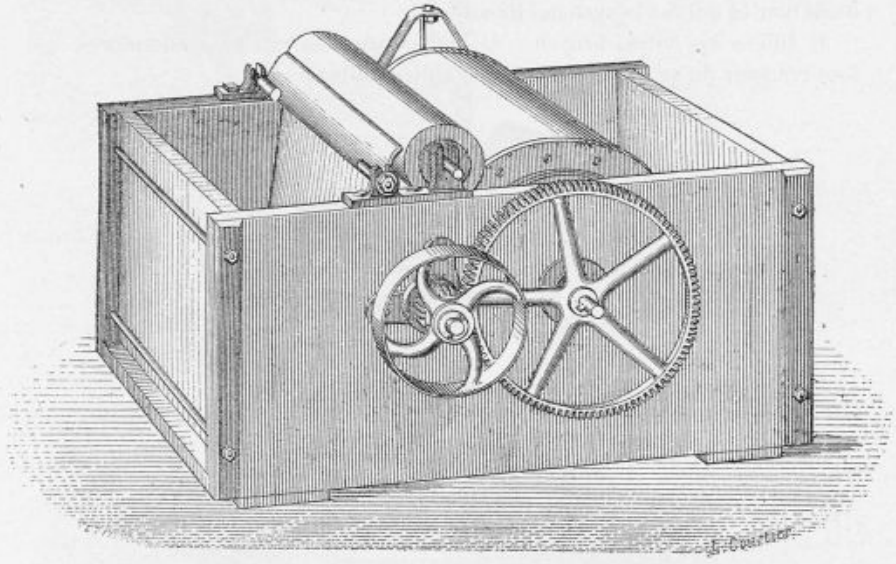


Fig. 19.

Le tambour tourne lentement, à raison de dix tours par minute en moyenne ; par suite de ce mouvement très lent, la toile fine de la couverture ainsi que les diverses parties de l'appareil s'usent fort peu, ce qui est une garantie d'économie et de bon fonctionnement.

Quoi qu'il en soit, les opérations précédentes que nous venons d'étudier produisent nécessairement des déchets de pâte assez variables, mais qui dans une bonne fabrication ne doivent pas dépasser les nombres suivants relatifs aux diverses qualités de chiffons traités :

Blancs fins et mi-fins	10 p. 100
Blancs gros	12 —
Cotons blancs	10 —
Cotons colorés	15 —
Bulles, emballages	25 —
Cordes	25 —
Cordes goudronnées, très pailleuses	35 —

Avant de nous occuper des opérations qui suivent le délissage, nous dirons un mot des appareils triturateurs ou broyeurs souvent nécessaires soit pour la

©BIU Santé

préparation de la pâte elle-même, soit pour broyer les divers produits chimiques employés dans sa préparation, son blanchiment ou sa coloration.

Un bon meuleton à broyeurs coniques du système Kastter est représenté figure 20. Cet appareil se comprend de lui-même ; son action est très énergique. On voit qu'il consiste essentiellement en deux meules coniques inclinées, mises en mouvement par un axe vertical au bas duquel se trouve une roue d'angle commandée par un petit pignon calé sur un arbre horizontal qui doit son mouvement à la poulie calée sur son extrémité.

La figure 21 représente un autre broyeur dont le fonctionnement est également bon et qui est le système Hanctin.

Il diffère des autres broyeurs à meules par la forme de ces dernières, qui sont creusées de profonds sillons avec arêtes saillantes.

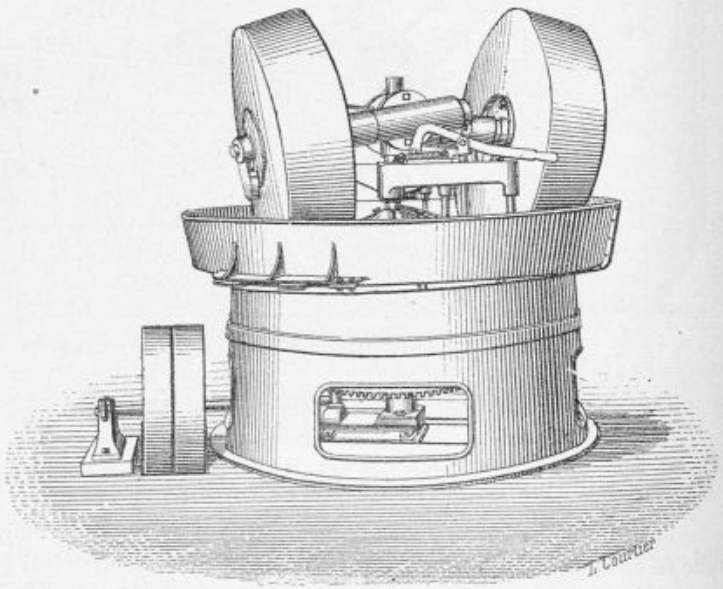


Fig. 20.

Les meules sont établies sur l'arbre, de telle façon qu'en tournant, les sillons formés dans la matière par l'une, sont immédiatement divisés par l'autre ; elles se meuvent sur des manchons en fonte clavetés sur l'arbre horizontal pour en éviter l'usure.

Des ramasseurs fixés à l'arbre vertical ramènent constamment la matière de la cuve sous les meules, et des sabots articulés régularisent la répartition sur le fond.

Le fond de la cuve est plein ou percé de trous coniques. On voit que les saillies pénétrant dans la matière à broyer, il n'y a jamais qu'une mince épaisseur comprise entre elles et le fond, tandis qu'avec une surface unie l'écrasement n'a lieu qu'à la partie supérieure de la couche, la partie inférieure formant comme un matelas qui amortit l'action de la meule.

©BIU Santé

On voit en outre qu'avec ce système on n'a pas à craindre de soulèvement brusque de l'arbre horizontal, ni les chocs qui en résultent lorsque la matière se trouve inégalement répartie dans la cuve. Il en résulte aussi que la force prise par cet appareil n'est pas considérable; elle varie entre 1 et 3 chevaux-vapeur.

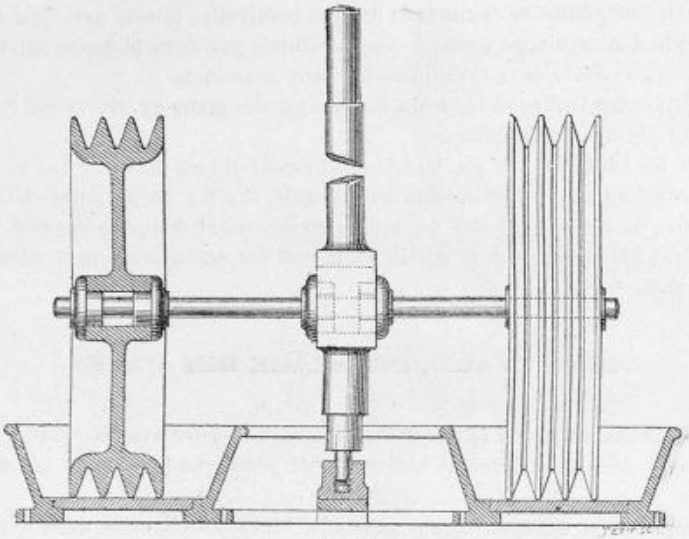


Fig. 21.

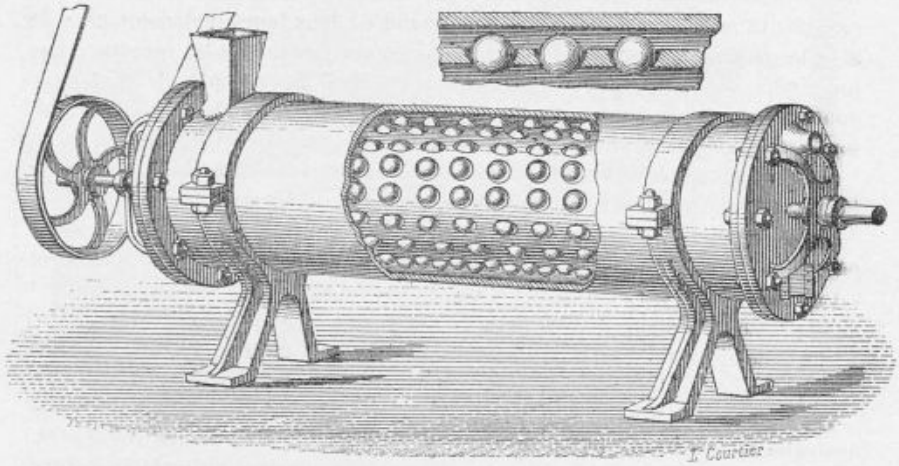


Fig. 22.

Enfin nous donnons, figure 22, un autre broyeur tout différent, dans lequel les meules sont supprimées et remplacées par des boulets.

Cet appareil est très simple, il produit un broyage plus fin; les arrêts et les réparations sont fort rares.

©BIU Santé

Il se compose essentiellement d'un cylindre creux sur le pourtour duquel sont disposés des trous à parois sphériques qui reçoivent des boulets pleins entièrement lisses, et dont les centres sont disposés suivant les spires d'une hélice.

Ce cylindre monté sur un axe en fer, portant, suivant les dimensions de l'appareil une poulie de commande ou une manivelle, tourne avec jeu dans un autre cylindre enveloppe fermé à ses extrémités par deux plateaux sur lesquels sont venus de fonte deux croisillons formant coussinets.

Le jeu entre l'arbre et les trous de passage des plateaux est fermé hermétiquement par des presse-étoupes.

Avec les conditions de jeu latéral des boulets qui existe entre eux et l'enveloppe, ainsi qu'avec leur disposition en spirale, il n'y a aucun point de la partie inférieure de l'enveloppe qui ne soit successivement frappé ou pressé par les boulets, et par suite, aucune partie de la matière engagée ne peut échapper à leur action.

ÉGOUTTAGE, PRESSAGE DES PATES

Nous avons dit que si le blanchiment devait se faire avec le chlore gazeux, l'égouttage de la pâte devenait indispensable pour que l'action du gaz fût plus efficace.

Généralement, cet égouttage peut se faire tout naturellement dans de grandes caisses dont le fond se trouve recouvert par une toile métallique. Dans ce cas, le temps nécessité par l'égouttage varie avec la nature des chiffons qui ont servi à préparer la pâte. Les chiffons tendres demandent deux jours seulement, ceux de fil et les chiffons durs doivent rester de huit à dix jours. Mais cet égouttage naturel nécessite de grands emplacements et prend beaucoup de temps; on a donc cherché à éviter ces inconvénients par l'emploi d'appareils mécaniques, qui sont des presses ou des turbines essoreuses.

Les presses employées sont ordinairement des presses hydrauliques à plateaux horizontaux ou verticaux, comme celles représentées figures 23 et 24.

Dans le système Thomasset à plateaux horizontaux (fig. 23), on dispose la pâte dans une cuve cylindrique percée de trous sur toute sa surface; cette cuve est mobile sur un petit wagonnet circulant sur un chemin de fer. La vis du haut de la presse peut être mue à la main ou commandée par poulies et courroies.

Le gâteau extrait de la cuve après pression est ensuite déchiré en morceaux.

La figure 24 montre une disposition horizontale dont le fonctionnement est analogue à celui des filtres-presse que nous avons décrits ailleurs. (*Le Sucre, par P. Charpentier.*) On peut aussi employer les essoreuses ou turbines à force centrifuge, analogues en tous points à celles que nous avons décrites également dans l'ouvrage que nous venons de citer.

Ces appareils fonctionnent soit au moyen de poulies et courroies, soit au moyen de petites machines à vapeur fixées sur eux et les actionnant directement (fig. 25 et 26).

©BIU Santé

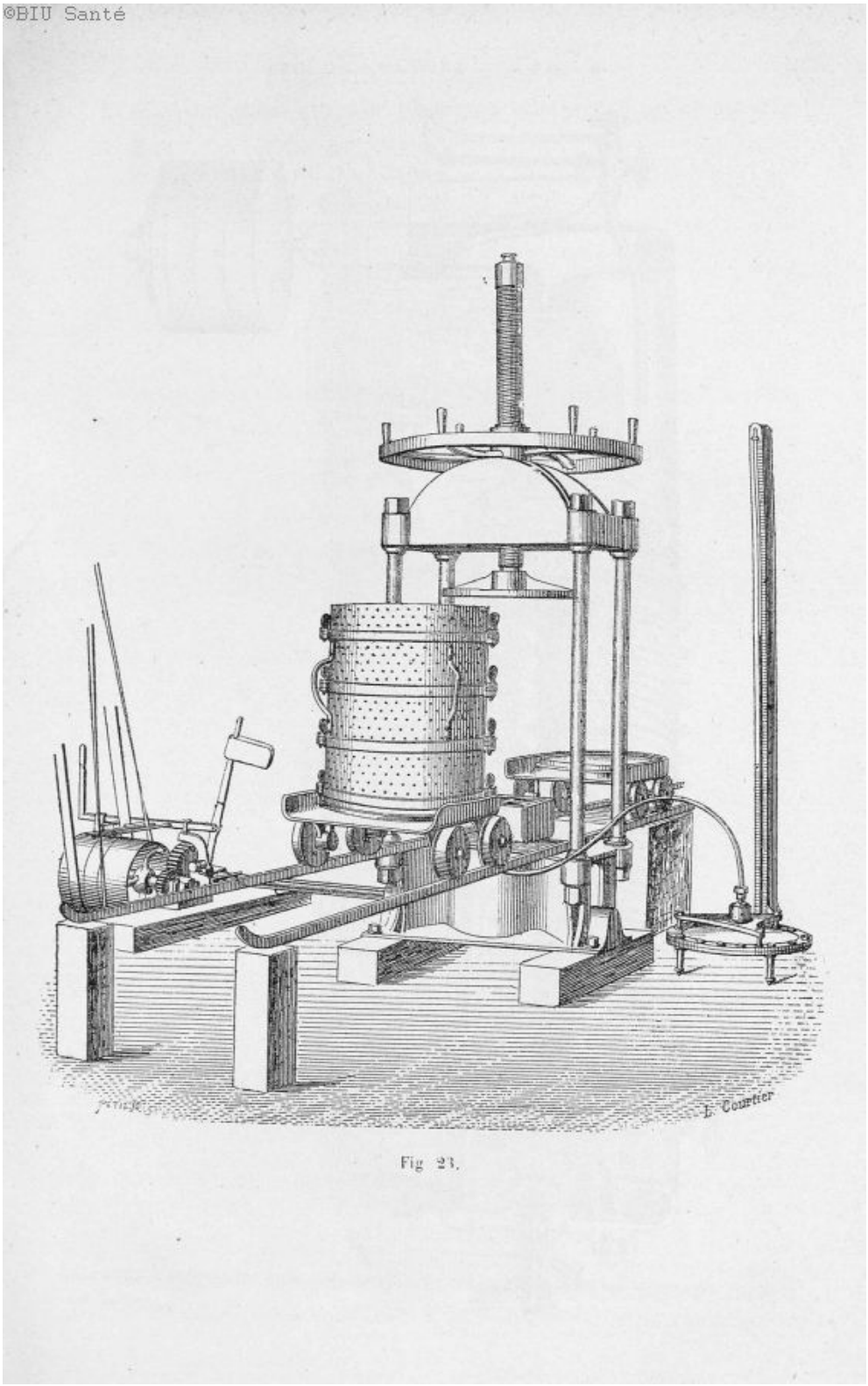


Fig. 23.

©BIU Santé

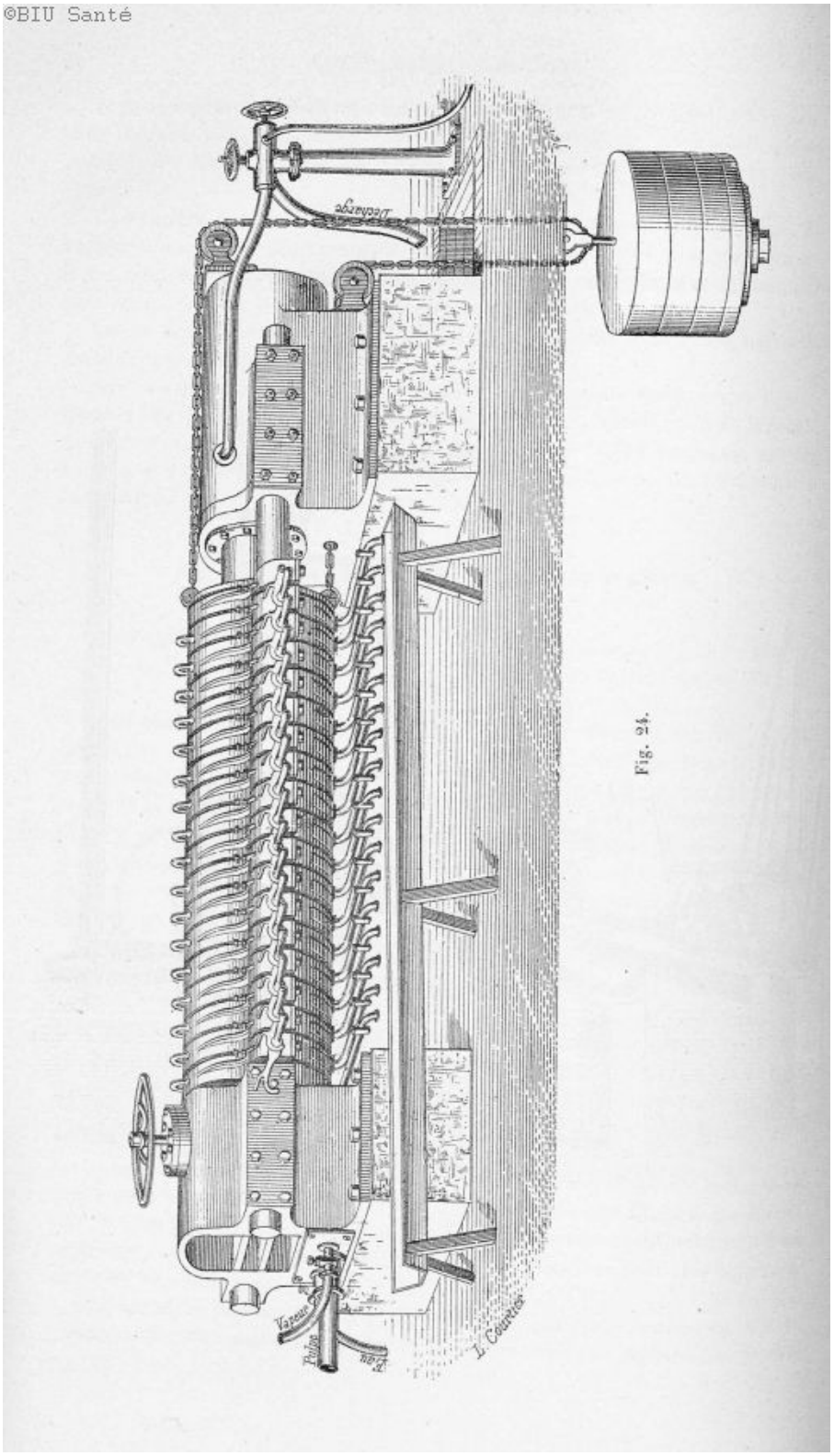


Fig. 24.

©BIU Santé

Le défilé ainsi obtenu ressemble beaucoup à celui produit par un égouttage

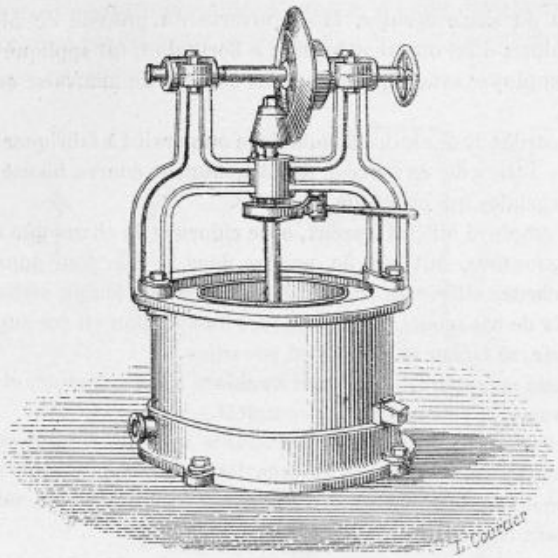


Fig. 25.

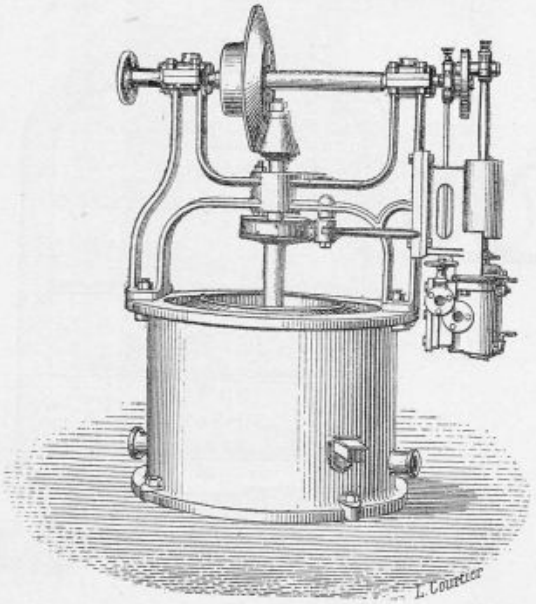


Fig. 26.

naturel; l'opération naturellement est très rapide et exige quelques minutes seulement.

©BIU Santé

BLANCHIMENT DE LA PATE

Dès la fin du siècle dernier, la découverte du procédé de blanchiment au moyen du chlore, dont on est redevable à Berthollet, fut appliqué à la papeterie et permit d'employer avantageusement les chiffons de mauvaise qualité, rebutés jusqu'alors.

Avec des cordes et des toiles d'emballage on parvint à fabriquer de très beaux papiers, mais l'abus de ce procédé de blanchiment énerva bientôt la fibre des substances végétales qui constitue le papier.

Le chlore employé à l'état gazeux, et le chlorure de chaux que certains fabricants, par ignorance, ont mis en poudre dans la pile pour donner aux pâtes plus de blancheur, altérèrent la qualité du papier. Le temps signala bientôt les inconvénients de ces agents trop énergiques lorsque l'on vit ces superbes papiers jaunir, roussir, se tacher et tomber en poussière.

On dut donc recourir de préférence au chlore à l'état liquide, et surtout multiplier les lavages et les rendre plus complets.

Bien que l'emploi du chlore gazeux entraîne avec lui, comme nous venons de le voir, de nombreux inconvénients, nous devons cependant signaler son emploi et dire comment il est appliqué, car ce mode de blanchiment est encore usité dans un certain nombre de fabriques.

Blanchiment au chlore gazeux. — Le chlore employé est produit soit par la réaction de l'acide sulfurique sur un mélange de chlorure de sodium

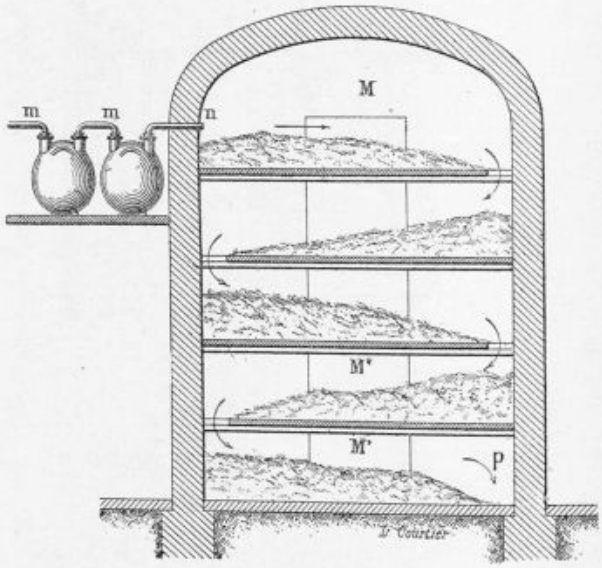


Fig. 27.

et de bioxyde de manganèse, soit par celle de l'acide chlorhydrique sur le même bioxyde. Chaque fabricant choisit ce qui lui coûte le moins cher, suivant la localité où se trouve l'usine.

©BIU Santé

Le chlore ainsi préparé dans des bonbonnes, et après avoir barboté dans des bonbonnes laveuses où il se dépouille des traces d'acide chlorhydrique qu'il a pu entraîner, pénètre par des tubes en plomb *mm* (fig. 27) à la partie supérieure *n* de la chambre de blanchiment.

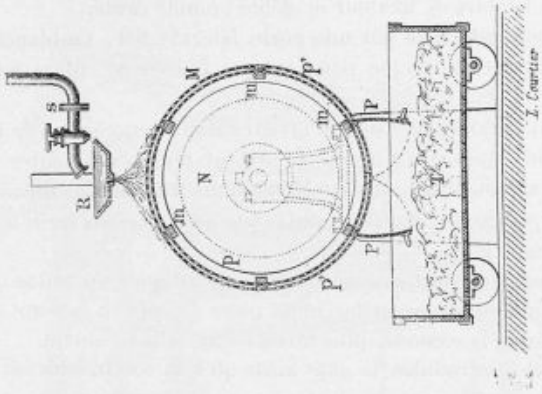


Fig. 29.

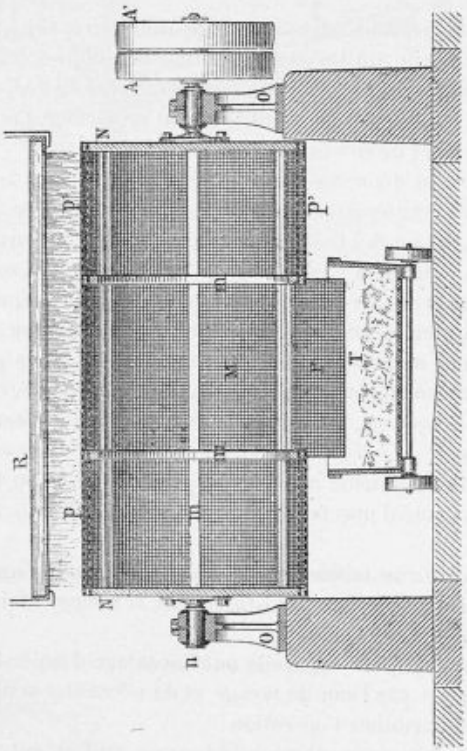


Fig. 28.

Le défilé qui sort des presses ou des essoreuses et qui a été cardé par un appareil appelé *loup*, est étalé sur des tablettes en bois ou en maçonnerie disposées sur quatre ou six étages. Le chlore pénétrant à la partie supérieure de la chambre

©BIU Santé

descend en vertu de sa densité en parcourant les tablettes les unes après les autres, et sort finalement par la partie inférieure en *p* pour se rendre en dernier lieu dans une caisse renfermant une nouvelle quantité de pâte à blanchir.

On peut remplacer entièrement les chambres à chlore par plusieurs caisses remplies jusqu'à 1 mètre de hauteur de défilé humide cardé.

Le défilé blanchi est retiré par une porte latérale MM'. Ce blanchiment doit être suivi d'un lavage énergique pour enlever l'excès de chlore retenu par le défilé.

Ce lavage peut se faire soit dans un laveur rotatif comme celui de M. Janhaud, soit dans une pile *élaveuse*. Ce laveur rotatif est représenté figures 28 et 29. Il comprend essentiellement un cylindre ou tambour M formés de liteaux en bois *m* réunis par deux plateaux en bois N montés sur deux axes en fer *n* mis en mouvement par les poulies AA'.

Le tambour est recouvert par deux toiles métalliques en laiton *p*, *p'*, différentes de grosseur. L'une peut éviter toute perte de pâte en laissant l'eau entrer librement, tandis que la seconde, plus forte, soutient la première.

La porte P sert à introduire la pâte ainsi qu'à la sortir, suivant la position qu'on lui donne.

Un couloir R, suspendu au-dessus de l'appareil, laisse échapper de l'eau d'une manière uniforme; cette eau traverse les toiles métalliques, puis s'échappe après avoir baigné uniformément la pâte et l'avoir brassée et dilatée, et par suite après avoir enlevé les traces de chlore qu'elle pouvait renfermer. Cette action est facilitée par le mouvement de rotation du cylindre M.

On peut facilement déterminer par expérience le temps nécessaire pour ce lavage. Dans ce but, on se sert d'une dissolution d'iodure de potassium et d'amidon dans l'eau. Si l'on fait toucher par cette liqueur d'épreuve une pincée de la pâte à laver, on a une tache bleu foncé qui sert de comparaison.

Après une demi-heure de lavage on recommence cette épreuve, et la tache n'apparaît plus en bleu foncé mais en bleu clair. On continue à laver jusqu'à ce que la tache obtenue ne présente plus qu'une teinte lilas très pâle.

Le lavage terminé on ferme le robinet d'admission d'eau S, et l'on vide l'appareil dans un petit wagonnet T situé au-dessous. La matière est ensuite conduite à la pile raffineuse.

Trois laveurs de ce système ayant 1m,80 de long sur 0m,90 de diamètre, peuvent alimenter facilement une fabrique produisant 1.000 kilogrammes de papier par jour.

Un autre épurateur ou laveur rotatif d'une construction un peu plus récente est représenté figure 30. Le fonctionnement est le même, mais la construction est presque entièrement métallique.

D'après M. Bourdiliat, ces appareils ont l'avantage d'isoler la pâte du contact des matières dissoutes par l'eau de lavage et de nécessiter seulement une petite quantité d'eau pour terminer l'opération.

En effet, si l'on fait usage d'une pile laveuse renfermant 120 kilogrammes d'eau et 50 kilogrammes de chiffons, on devra introduire 600 litres d'eau pour avoir 5 renouvellements. Avec le tambour rotatif, pour une même quantité de chiffons et une même dépense d'eau, on peut faire un bien plus grand nombre

©BIU Santé

de renouvellements, car la pâte retient beaucoup moins de liquide; ce dernier, en résumé, sort à un état de saturation beaucoup plus complet. La pâte est retirée presque égouttée; on peut donc diminuer le nombre des caisses d'égouttage. En outre, le déchet est beaucoup moindre.

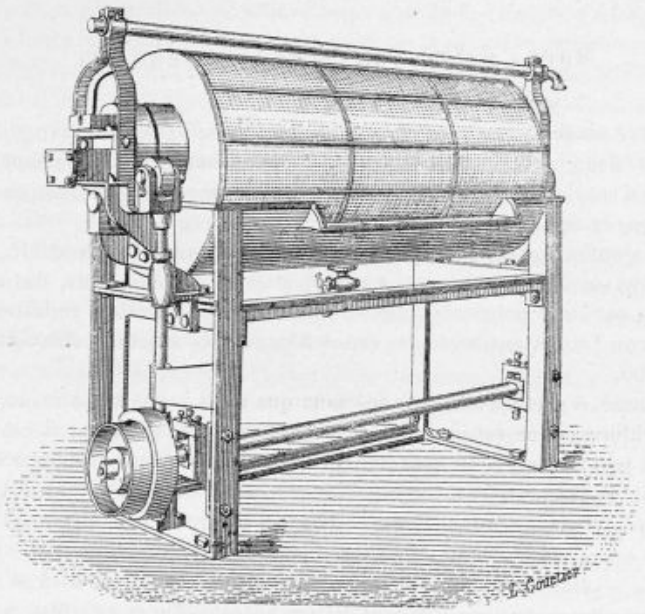


Fig. 30.

Nous avons dit que le chlore gazeux se préparait de deux façons, suivant les cas. Berthollet indiquait autrefois le dosage suivant :

	KIL.
Bioxyde de manganèse	0,370
Sel marin	1,000
Acide sulfurique ordinaire du commerce	0,740
Eau	0,740

Les proportions généralement adoptées aujourd'hui sont :

	KIL.
Bioxyde de manganèse	1
Sel marin	2
Acide sulfurique	2
Eau	2

On voit que c'est la proportion de sel marin seul qui a augmenté. On peut aussi employer un mélange d'acides sulfurique et chlorhydrique dans les proportions suivantes :

©BIU Santé

Bioxyde de manganèse	10
Acide sulfurique à 66 degrés	4
Acide chlorhydrique ordinaire	15
Eau	4

La réaction qui se produit est la suivante :

$$MnO^2 + So^3HO + HCl = MnOSO^3 + 2HO + Cl.$$

Le chlore ainsi préparé est plus sec, la réaction se passe plus tranquillement. Sans entrer dans les détails de cette préparation, nous dirons seulement qu'il est préférable d'employer le minerai de manganèse en morceaux plutôt qu'en poudre, car l'attaque se fait plus facilement et avec plus de régularité.

Enfin, ajoutons qu'on doit prendre soin de ne pas étaler le défilé après le blanchiment sur des planches qui seraient altérées par des clous, des traits de scie, etc..., car à ces points défectueux le chlore attaquerait la cellulose, et en l'égrenant ou l'émiettant serait la cause d'impuretés amenées subséquemment dans la pâte.

En résumé, à part certains cas spéciaux que nous avons signalés, le blanchiment au chlore gazeux est inconstant, présente certains dangers; il est difficile à régler et très insalubre. On doit donc donner la préférence aux hypochlorites; mais avant d'entreprendre ce sujet, donnons quelques détails pouvant éclairer ce point spécial de notre étude, sur l'action du chlore et sur les causes du jaunissement du papier.

La fibre végétale peut absorber du chlore. Une partie de celui-ci se combine avec l'hydrogène de la fibre, pendant qu'une autre partie se substitue à l'hydrogène. La nature de la fibre n'en éprouve aucune altération; ce mode de substitution est fréquent dans la chimie organique.

On ne doit pas croire que le chlore ainsi retenu à l'état de combinaison chimique puisse être mis à découvert ou même enlevé au moyen d'un réactif ordinaire. Par l'iodure de potassium et l'amidon nous avons vu que l'on pouvait signaler la présence du chlore qui est en suspension dans la cellulose; on peut aussi l'extraire au moyen d'un agent qui le mette en liberté; mais il n'en est pas de même du chlore de substitution, qui ne peut être éliminé de cette manière.

On a essayé de déceler le chlore dans le papier tout préparé, en plongeant celui-ci dans un bain de carbonate de soude pur, en le séchant, le réduisant en cendre, puis en filtrant la lessive et en traitant le liquide par l'azotate d'argent. On avait considéré que le chlorure d'argent produit représentait la quantité de chlore contenue dans le papier. Mais on n'avait pas réfléchi que la cendre végétale renferme toujours des combinaisons chlorées, telles que chlorures de calcium et de sodium.

Une autre cause d'inexactitude de ce mode d'analyse, c'est que par suite du collage et du lavage, des combinaisons chlorées entrent dans la masse du papier.

Pour pouvoir reconnaître si la fibre a fixé du chlore à l'état de combinaison chimique pendant le blanchiment, il faut déterminer la dose de chlore dans la mi-pâte non blanchie, lavée préalablement à l'eau distillée, la blanchir dans le

©BIU Santé

même état et la laver encore dans l'eau distillée jusqu'à ce que l'iodure d'amidon ne fournisse plus d'indication, puis la dessécher complètement.

On mélange ensuite avec de la chaux et l'on brûle le tout.

Il faut ensuite dissoudre le résidu dans l'acide azotique faible bien exempt de chlore, puis ajouter de l'azotate d'argent.

Si les deux échantillons de pâte étaient pareils à l'état non blanchi, l'excédent de chlorure d'argent trouvé dans celui de la dernière expérience indiquera la quantité de chlore qui s'est combinée avec la cellulose pendant le blanchiment.

Il est au moins douteux que le chlore agisse sur la fibre d'une manière fâcheuse. Le jaunissement du papier doit être attribué à d'autres causes.

Le papier de nos ancêtres se conservait, il est vrai mieux que le nôtre, mais il ne faut pas oublier que le traitement et la manipulation de la fibre par les anciens fabricants étaient très différents de nos méthodes et de nos procédés actuels, tout au moins quant aux matières premières employées.

Jadis, on n'employait que des toiles solides qui avaient été blanchies à l'air. On ne lessivait pas leur pulpe, et l'on ne connaissait pas l'emploi du chlore.

On séparait les fibres en battant le chiffon seul. Enfin on séchait le papier dans un entonnoir à air libre. Toutes choses se faisaient lentement, posément, sans procédés violents.

De nos jours, toutes les opérations doivent s'accomplir rapidement. Ce que, dans les anciens temps, la nature par son action lente mettait des semaines à terminer, aujourd'hui, par des procédés artificiels, il faut l'obtenir en quelques heures.

Ce que jadis, avec de faibles forces on accomplissait en plusieurs jours, on l'achève à notre époque en quelques minutes par des machines puissantes.

Auparavant, la fibre était séparée en partie seulement du gluten qui l'entourait; la plus grande partie en était conservée comme une enveloppe protectrice. Ces tissus qui, sous forme de chiffons, constituent la base de nos pâtes à papier, ne sont même plus ce qu'ils étaient autrefois. Ils ont déjà souffert de traitements artificiels. Le bouillissage, les acides et même le chlore ont altéré leur cellulose; ils sont destinés à subir une seconde fois les mêmes opérations énergiques, de sorte que le gluten, qui avait contribué à protéger la fibre, est entièrement détruit et la fibre est mise à nu.

Des expériences récentes ont été entreprises pour déterminer les causes de jaunissement et d'altération de papiers fabriqués pendant la période de 1860 à 1870. Nous en parlerons ici, bien que cela soit empiéter un peu sur l'ordre de notre sujet, car les échantillons expérimentés avaient été fabriqués avec de la pâte de bois.

Des morceaux de ces papiers, exposés presque normalement aux rayons du soleil, commençaient à montrer une certaine coloration au bout d'une heure. Dans l'obscurité, au contraire, et à la même température, aucune altération ne se manifestait.

Les mêmes papiers placés dans le vide barométrique et exposés à la lumière du soleil n'ont, après plusieurs mois, présenté aucune apparence de jaunissement. On peut en conclure que ce jaunissement est dû à une oxydation provoquée par les rayons lumineux.

©BIU Santé

L'humidité favorise ¿aussi beaucoup le jaunissement, mais elle n'est pas absolument indispensable.

L'intensité de la lumière, et tout particulièrement sa réfrangibilité, ont une grande influence sur le jaunissement, et ce sont surtout les rayons très réfrangibles, les rayons bleus et violets, qui agissent le plus énergiquement.

A la lumière du gaz, le jaunissement est si faible qu'on ne peut le remarquer qu'après une très longue exposition.

On peut admettre que la matière incrustante de la cellulose, dans la pâte à papier de bois, est un mélange de vaniline, de coniférine et de plusieurs espèces de gommes.

La vaniline, d'après Wiesner, provoquerait la réaction de l'élément ligneux. On la reconnaît sûrement au moyen de la phloroglucine et de l'acide chlorhydrique. La coniférine est signalée par un mélange de phénol, d'acide chlorhydrique et de chlorure de potassium; il se produit dans ce cas surtout, à la lumière solaire, une coloration bleue intense.

A la lumière, la substance qui se colore en jaune sous l'action de l'acide chlorhydrique n'est pas détruite, mais il n'en est pas ainsi de la coniférine et de la vaniline. En outre, la teneur en amidon a diminué dans le papier jauni par la lumière.

Comme ce sont les éléments constitutifs des parois ligneuses des cellules qui provoquent le jaunissement du papier, il s'ensuit que tous les papiers qui contiennent quelques parties de tissus ligneux doivent présenter ce phénomène, et que les papiers de bois dont les fibres auront été, par des moyens chimiques, débarrassés de la « substance de bois, » en seront préservés.

Les cellules de la paille renferment cette dernière substance. Si donc le papier qui en provient n'est pas complètement blanchi, il jaunira forcément.

Les papiers fabriqués avec des fibres absolument exemptes de ligneux, comme le sont les papiers de chiffons de choix, ne sont pas sujets au jaunissement.

On peut résumer ainsi ce que nous venons de dire. La lumière du jour fortement diffuse n'a qu'une action excessivement faible, surtout dans des locaux très secs.

La lumière du gaz est presque entièrement inoffensive.

Par contre, la lumière électrique des lampes à arc et toute lumière intense qui émet des rayons très réfrangibles favorisent le jaunissement du papier.

BLANCHIMENT AU CHLORE LIQUIDE OU PAR LES HYPOCHLORITES

Nous avons dit qu'en principe il fallait donner la préférence aux hypochlorites dissous ou au chlore liquide, comme on dit industriellement.

On emploie plus spécialement l'hypochlorite, ou vulgairement chlorure de chaux, qui est un mélange d'hypochlorite de chaux, de chlorure de calcium et de chaux.

Ce sel s'obtient en faisant passer un courant de chlore sur de la chaux

©BIU Santé

éteinte disposée par couches minces sur des tablettes placées le long des murs d'une chambre en maçonnerie.

La chaux se transforme, sans changer d'aspect, en un mélange d'hypochlorite et de chlorure de calcium :

$$2\,Cl + 2\,CaO = CaO\,ClO + Ca\,Cl.$$

L'excès de chaux que l'on laisse à dessein dans le produit a pour effet de faciliter la conservation du chlorure de chaux en empêchant l'acide carbonique de l'air de réagir sur l'hypochlorite.

Le chlorure de chaux ainsi préparé est une matière pulvérulente, blanche d'une saveur âcre et répandant l'odeur de l'acide hypochloreux. Il se dissout facilement dans l'eau en laissant un résidu blanc, qui est la chaux en excès.

C'est cette dissolution qui est employée dans le traitement qui nous occupe.

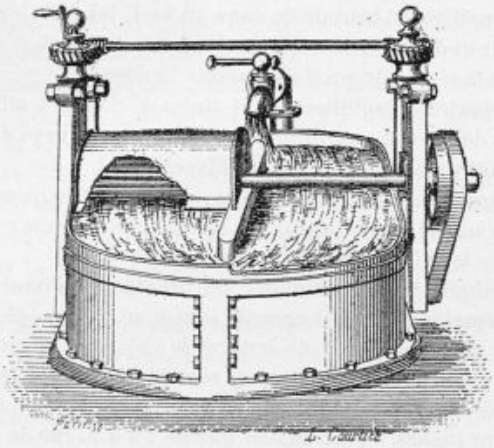


Fig. 31.

Le blanchiment, à l'aide de cette dissolution, s'opère soit dans les piles *défileuses*, soit beaucoup mieux dans des piles spéciales appelées *blanchisseuses*, représentées figure 31, et qui ressemblent beaucoup à celles que nous avons déjà décrites.

La construction de ces engins est plus légère, la force nécessaire pour les mettre en mouvement ne dépasse pas un cheval vapeur.

M. Bourdiliat insiste sur le soin que l'on doit apporter dans la préparation de la dissolution. Différentes méthodes sont usitées.

Le chlorure de chaux, soluble dans le quart de son poids d'eau à la température de 15 degrés, et en toutes proportions à 50 degrés, peut se dissoudre simplement en faisant arriver une gerbe d'eau sur un tamis qui en contient de 2 à 3 kilogrammes que l'on écrase avec une pelle.

Ce moyen primitif est généralement remplacé par un tonneau en cuivre percé de trous sur son contour, et qui tourne horizontalement sur un axe. Dans ce

©BIU Santé

tonneau, on met le chlorure et des morceaux de plomb. On fait tourner, puis on ouvre un robinet qui introduit, par le moyen d'un tube horizontal percé de trous, de l'eau qui, passant dans l'intérieur du tonneau, dissout en s'échappant le chlorure qui est reçu dans un réservoir. On remonte la dissolution à l'aide d'une pompe, si le réservoir est à la partie supérieure.

Un tamis retient les ordures qui auraient pu passer par les trous du tonneau.

Les morceaux de plomb, entraînés par instants dans le mouvement de rotation, retombent sur le chlorure, l'écrasent et le préparent à se dissoudre facilement.

Si l'on ne peut employer ce mode de dissolution, M. Bourdiliat indique le moyen suivant :

On prend quatre réservoirs, dont la capacité est calculée suivant les besoins de la fabrique. On les munit d'un robinet en plomb placé à 20 centimètres du fond. Chaque réservoir porte un numéro d'ordre.

La dose journalière est introduite dans un seul, les trois autres sont remplis d'eau pour laver et dissoudre les dépôts des jours précédents. A chaque dissolution, on change le réservoir qui doit recevoir la dose.

Quand les quatre dissolutions sont tirées à clair, on ouvre à la fois les quatre robinets dont elles sont munies, et le tout est envoyé dans un seul dépôt duquel on les retire pour les besoins du blanchiment.

De cette façon, on est à peu près certain d'avoir toujours le chlorure au même titre, en même temps que l'on épuise par les trois relavages que subit chaque réservoir les dépôts qui s'y forment.

M. Orioli a cherché à perfectionner les procédés de dissolution du chlorure de chaux par l'emploi d'un petit appareil ingénieux nommé chloro-extracteur.

Cet appareil offre l'avantage de triturer le chlorure de chaux au fur et à mesure de son emploi; il en résulte une sensible économie de réactif.

La quantité de chlorure employée est variable suivant la qualité des chiffons. Pour les chiffons blancs, on n'a besoin que de 2 à 3 p. 100 de sel; pour les chiffons plus sales ou colorés, la dose peut atteindre 10 p. 100.

Lorsque la pile blanchisseuse est prête et chargée, on y ajoute le bain décolorant, puis le tout est énergiquement agité par la rotation du cylindre aidée d'un spatulage.

L'acide carbonique renfermé dans l'eau et dans l'air qui intervient décompose l'hypochlorite; il se forme du carbonate de chaux et le chlore, en agissant, se transforme en acide chlorhydrique.

Souvent on facilite le dégagement du chlore par une addition d'acide sulfurique que l'on étend d'eau pour ne pas rendre l'action trop vive.

Il y a trente ans, M. Orioli a proposé l'emploi de l'hypochlorite d'alumine, qui offre l'avantage de blanchir en perdant son oxygène, par sa transformation en chlorure d'aluminium.

Le chlorure d'aluminium qui se forme dans cette opération étant un sel antiseptique, préserve les pâtes de la fermentation que leur fait subir le concours de l'air et de l'humidité.

On peut alors préparer des pâtes blanchies longtemps à l'avance, faisant

©BIU Santé

ainsi provision l'hiver pour l'été, saison où le manque d'eau paralyse souvent la fabrication.

Pour atteindre ce but, il suffit de ne pas laver immédiatement les pâtes blanchies, mais bien de les conserver en tas dans des caisses appropriées à cet usage.

Lorsque, plusieurs mois après, on veut employer ces pâtes, il suffit de les laver pendant une demi-heure pour éliminer la matière colorante devenue soluble par l'action du blanchiment.

La dose d'hypochlorite d'alumine nécessaire pour le blanchiment des pâtes de papier est variable suivant la couleur que l'on veut attaquer, la nature de la pâte et la rapidité que l'on veut donner à l'opération. De 3 à 5 p. 100 d'hypochlorite d'alumine suffisent généralement.

Ce procédé n'exige pas d'appareils spéciaux, on peut employer les piles ordinaires. Les émanations incommodes sont pour ainsi dire complètement évitées.

Malheureusement, ce sel est trop cher pour être utilement employé dans les fabrications ordinaires; il doit être réservé pour les papiers fins.

Didot, pour accélérer la décomposition de l'hypochlorite de chaux, a proposé de remplacer le courant en quelque sorte naturel d'acide carbonique par un courant artificiel du même gaz.

On peut utiliser dans ce buť l'acide carbonique produit par la combustion des foyers de la fabrique, ou aussi fabriquer l'acide carbonique de toutes pièces au moyen de l'acide chlorhydrique et du calcaire ; un ventilateur ou un aspirateur fait barboter le gaz dans la dissolution de l'hypochlorite, mais ce procédé est coûteux.

Le système de blanchiment dans lequel on utilise les hypochlorites n'est point parfait, loin de là ; plusieurs points défectueux sont à signaler.

En premier lieu, il y a perte d'acide hypochloreux qui s'échappe de la masse, grâce à l'action plus ou moins énergique de la décomposition de l'hypochlorite.

Il faut ajouter que l'acide minéral que l'on ajoute souvent pour faciliter l'action altère plus ou moins les fibres de la pâte.

Enfin, la chaux elle-même possède une action destructive plus ou moins lente; des sels insolubles se forment qui s'incrustent dans les pores des fibres, et qu'aucun lavage ne peut enlever en totalité.

Les hypochlorites alcalins présentent, eux aussi, certains inconvénients.

Faibles ou concentrés, relativement à leur pouvoir décolorant, ils sont toujours très alcalins, par suite trop corrosifs et blanchissent difficilement sans l'aide d'un acide qui active la réaction et neutralise l'excès d'alcali.

Résultant d'une fabrication longue, et même dangereuse lorsqu'il s'agit d'un produit concentré, le prix de revient en est forcément élevé; il est difficile de donner au produit une force chlorométrique dépassant 35 à 39 degrés Baumé, ce qui laisse un tiers environ de base en excès. Au delà de cette limite, la saturation devient difficile; un échauffement de la matière, malgré le refroidissement qu'on lui fait subir, devient inévitable; sa décomposition plus ou moins rapide en est la conséquence

©BIU Santé

Le produit d'ailleurs est des plus instables, perdant très rapidement la plus grande partie de son pouvoir décolorant; il est très caustique et difficilement transportable pendant la saison d'été.

Les hypochlorites alcalins peuvent se fabriquer de deux façons :

1° En saturant une lessive alcaline par un courant de chlore gazeux;

2° Par la double décomposition de la dissolution de chlorure de chaux unie à celle d'un carbonate alcalin.

Dans le premier cas, l'opération industrielle dure vingt-quatre heures. La base doit se trouver en fort excès dans la dissolution, car autrement la décomposition aurait certainement lieu.

Dans le premier cas, si l'on opère sur un sel de potasse, on a pour formule du produit :

$$KCl + KO\,ClO.$$

Dans le second cas, ni le chlorure de chaux, ni le carbonate alcalin, ne se dissolvant à la basse température qui est nécessaire dans cette circonstance, qu'en proportions restreintes, le produit obtenu par leur double décomposition est plus pauvre encore en principes décolorants que celui fourni par le premier mode de préparation.

L'opération elle-même, quoique simple en principe, devient longue à cause des nombreux lavages que l'on doit faire subir au précipité. Le résultat est un produit titrant 25 degrés chlorométriques, renfermant dans sa dissolution une quantité semblable de chlorure de calcium, ce qui, dans l'opération du blanchiment, se retrouve sous forme de carbonate ou de sulfate de chaux, suivant le mode de traitement appliqué.

Dans ce cas encore, le produit est trop alcalin et très instable. Le prix de revient est aussi, relativement, élevé. Il y a quelques années, on a proposé de remplacer les hypochlorites ordinaires par le *chlorozone*.

Ce produit s'obtient à froid en saturant une lessive alcaline caustique par un courant d'acide hypochloreux uni à un courant d'air.

On sait que la décomposition d'un hypochlorite alcalin ou alcalino-terreux par un acide, produit du chlore libre ou de l'acide hypochloreux, suivant les cas. On peut avoir :

$$CaO\,ClO + CaCl + 2A = 2CaO\,A + 2Cl;$$

ou :

$$CaO\,ClO + CaCl + A = CaO\,A + CaCl + ClO;$$

ou :

$$MO\,ClO^5 + 3HCl = MCl + 3HO + 3ClO.$$

En outre, l'oxygène de l'air peut s'unir au chlore naissant et former de l'acide hypochloreux très soluble dans l'eau.

Enfin, un courant d'acide hypochloreux traversant en excès une dissolution alcaline transforme ces sels en chlorates.

Si donc on produit de l'acide hypochloreux par la décomposition d'un hypochlorite ou d'un chlorate à l'aide d'un acide uni à un courant d'air, et si, d'autre

©BIU Santé

part, on sature de ce gaz une dissolution alcaline, de la soude par exemple, on obtiendra le produit nommé chlorozone, qui sera acide ou alcalin suivant la proportion des équivalents de la base en dissolution et de l'acide hypochloreux qui la sature.

Le chlorozone alcalin marquant 40 degrés Baumé et de 100 à 120 degrés chlorométriques, devient facilement cristallisable à basse température, mais les cristaux obtenus fondent facilement à la moindre chaleur.

Le contraire a lieu si l'on solidifie le chlorozone par l'absorption de son excès d'eau moyennant un sel alcalin hydrométrique.

Le carbonate de soude desséché, par exemple, ajouté au chlorozone en proportion variée, suivant la densité du liquide, à la température de 6 à 8 degrés centigrades, forme une masse compacte se laissant facilement mouler, et devenant d'autant plus dure que la température sous laquelle on a opéré était plus basse.

Cette masse ne se ramollit qu'à la température persistante de 20 degrés. Durcie à nouveau par l'abaissement de la température, elle résiste mieux à la chaleur ambiante et ne perd rien de ses qualités décolorantes si l'on a soin de la garder à l'abri du contact de l'air, à l'abri de l'air et de l'humidité.

Le chlorozone alcalin liquide marquant 30 degrés Baumé et titrant 50 degrés chlorométriques est très stable et peut être conservé pendant plusieurs mois. On peut donc facilement le transporter.

A quantité égale de base et de chlore, le pouvoir décolorant du chlorozone est double de celui d'un hypochlorite alcalin du commerce.

Les appareils qui servent à sa fabrication sont fort simples; ils comprennent :

1° Un générateur de gaz hypochloreux de 150 litres environ;
2° Deux saturateurs également clos de 200 litres environ;
3° Un aspirateur d'air.

L'aspiration d'air au travers du générateur et des saturateurs a pour avantages :

1° De contribuer à la formation de l'acide hypochloreux dans le générateur, grâce à une partie de l'oxygène de l'air abandonné au profit de cette réaction;
2° De modérer l'action chimique dans le générateur;
3° D'éloigner toute fuite de gaz dans les appareils, et par suite d'empêcher leur explosion en réduisant la pression intérieure du gaz à son minimum;
4° Enfin de faciliter l'achèvement complet de la réaction.

L'acide hypochloreux, en traversant les liquides contenus dans les deux saturateurs, les sature en proportions inégales.

Le premier reçoit le maximum et le second le minimum d'acide.

La base tenue en dissolution dans le premier sera transformée en chlorate, celle du second en hypochlorite. L'opération dure une heure environ.

La saturation étant terminée, on arrête l'aspirateur et l'on vide simultanément le contenu des appareils dans une cuve chargée de la matière à blanchir, convenablement lessivée et lavée d'abord aux acides et à l'eau.

©BIU Santé

L'action chimique de ce bain sur les matières colorantes est très rapide, presque instantanée et nullement destructive, car elle est due principalement à l'action de l'oxygène naissant.

Le mélangeur de la cuve ou de la pile doit fonctionner dès le commencement, le conctact de l'air et le mouvement de la matière aident beaucoup à sa décoloration.

Il est évident qu'après l'action du chlorozone la pâte blanchie doit être soigneusement lavée.

Le prix de revient du chlorozone, par 100 kilogrammes de pâte à blanchir, ne dépasse pas celui du chlorure de chaux ordinairement employé, et son emploi présente les avantages suivants :

1° Suppression d'une préparation défectueuse et longue du bain décolorant de chlorure de chaux ;

2° Suppression de l'emploi des acides que l'on ajoute ordinairement pour activer la réaction décolorante ;

3° Suppression du contact direct de la pâte avec la chaux qui, sous forme de sels insolubles, s'incruste dans les fibres, résiste aux lavages et finit à la longue par détruire la fibre.

4° L'action décolorante du chlorozone est très rapide et nullement destructive ; elle est accompagnée d'une action saponifiante, due à la base alcaline soluble; il en résulte une économie de temps et de matières premières.

L'introduction de cette nouvelle méthode de blanchiment ne nécessite aucun changement dans le matériel ordinaire.

EMPLOI DES PERMANGANATES DANS LE BLANCHIMENT

Cette méthode de blanchiment, proposée il y a déjà plus de vingt ans par Tessié du Motay, est fondée sur la désoxydation des permanganates alcalins en présence des matières colorantes qui accompagnent les fibres végétales.

Il résulte de cette action chimique un dépôt d'oxyde de manganèse qui s'étale sur la fibre en un enduit léger. Par l'action d'une substance réductrice, avide d'oxygène, telle que l'acide sulfureux, l'oxyde de manganèse se transforme en sulfate de protoxyde soluble dans l'eau, que des lavages peuvent alors facilement enlever.

Les fibres de lin ou de chanvre sont, par cette méthode, un peu plus difficiles à blanchir que celles du coton.

On utilise ordinairement le permanganate de soude que l'on peut préparer de la façon suivante :

Les résidus provenant de la fabrication du chlore, c'est-à-dire les chlorures de manganèse, sont traités par la craie, qui précipite le fer.

Après avoir décanté pour séparer le dépôt, on précipite le sesquioxyde de manganèse par la chaux, puis on le chauffe dans un courant d'air avec de la soude. On obtient ainsi du manganate de soude vert. Ce sel à l'état brut renferme de 50 à 60 p. 100 de manganate pur.

Le produit ainsi obtenu est ensuite mélangé, par poids égaux, avec du sulfate de magnésie et 10 parties d'eau. On obtient alors une liqueur rouge ren-

©BIU Santé

fermant 60 p. 100 de permanganate de soude, que l'on abandonne au repos pour la rendre limpide.

Pendant le blanchiment, la soude est mise en liberté, et sa présence en cet état altérerait les fibres, mais en réagissant sur le sulfate de magnésie, elle donne naissance à du sulfate de soude et à de la magnésie, ce qui préserve les fibres de toute altération.

Un bain de blanchiment qui, suivant la nature des chiffons à blanchir, renferme de 2 à 5 kilogrammes de permanganate de soude, suffit pour blanchir 100 kilogrammes de chiffons. La pâte est lavée au moyen d'eau chaude, puis dégraissée dans un bain alcalin.

L'opération se continue par le traitement à l'acide sulfureux, qui doit enlever l'oxyde de manganèse.

Pour préparer l'acide sulfureux, on mélange 1 partie de sulfate de protoxyde de fer anhydre (couperose verte desséchée) avec 3 parties de soufre, puis on introduit ce mélange dans un vase cylindrique en fer que l'on chauffe au rouge sombre. Il se forme de l'acide sulfureux et du bisulfure de fer.

L'acide sulfureux est recueilli dans l'eau, où il se dissout. Pour terminer l'opération, on étend d'eau cette dissolution, et on l'ajoute à la matière soumise au blanchiment.

Une fois que l'oxyde de manganèse est enlevé, on lave dans une eau renfermant un peu de carbonate de soude pour enlever l'excès d'acide sulfureux, puis on termine par un lavage à l'eau pure.

BLANCHIMENT A L'HUILE LOURDE

Tout récemment, on a essayé en Allemagne et en Angleterre une nouvelle méthode de blanchiment de la pâte à papier, dans laquelle on fait usage d'huile lourde de schiste.

Certains produits de la distillation des schistes bitumineux agissent, en effet, d'une façon très puissante sur les matières végétales en rendant leur blanchiment beaucoup plus facile ensuite par les chlorures décolorants.

La quantité d'huile que l'on ajoute au bain de lessivage varie suivant la nature des chiffons à blanchir.

On peut employer environ 10 kilogrammes d'huile pour 1.000 kilogrammes de chiffons très grossiers, 7 kilogrammes pour les chiffons de couleur, et 4 kilogrammes seulement pour les chiffons blancs.

Cette addition d'huile est également avantageuse quand il s'agit de pâte de bois ou de paille.

L'explication théorique de l'effet produit par cette huile est encore à trouver. On peut croire que l'effet de l'huile est plutôt physique, qu'elle dissout ou émulsionne les graisses, gommes ou autres matières qui enveloppent les fibres et les agglutinent aux matières colorantes, de sorte que les lessives alcalines agissent ensuite avec plus d'énergie.

Le blanchiment spécial des papiers dits *maculatures* s'opère en plongeant la maculature dans un bain d'eau pure tiède à laquelle on ajoute 10 p. 100 de

©BIU Santé

soude caustique. On laisse reposer pendant vingt-quatre heures, puis on passe la pâte à la pile.

Après un égouttage prolongé, on reprend par de l'eau additionnée de 10 p. 100 d'acide chlorhydrique, et on laisse reposer pendant vingt-quatre heures, pour continuer ensuite les opérations ordinaires.

Quoi qu'il en soit des désavantages ou inconvénients dus à l'emploi des chlorures décolorants, et notamment des hypochlorites de chaux, il n'en est pas moins vrai que ces derniers sont encore employés dans la grande majorité des cas ; on peut résumer ainsi les conditions dans lesquelles ce système de blanchiment peut fournir de bons résultats :

1° Pour les *chiffons blancs* ou peu colorés.

On devra se servir d'une pile dont la contenance pourra varier entre 300 et 500 litres. Le bain décolorant devra titrer au moins 60 degrés. La pâte devra être envoyée dans des caisses à égouttage immédiat.

2° Pour les *chiffons moyens*.

On devra employer le même mode de faire en faisant intervenir ensuite l'acide carbonique ou l'acide sulfurique dilué.

3° Pour les *chiffons inférieurs*.

On opérera un premier blanchiment avec un bain titrant au moins 80 degrés. Puis on fera intervenir l'acide sulfurique à plus forte dose. Enfin on enverra la pâte dans des caisses égoutteuses pendant huit à dix heures, puis on lavera dans un laveur rotatif.

La seconde opération de blanchiment se fera avec un bain titrant 60 degrés environ. L'acide sulfurique employé le sera en petite quantité dans cette dernière phase de l'opération.

BLANCHIMENT ÉLECTRIQUE

Enfin, disons quelques mots de l'application de l'électricité au blanchiment des pâtes. Ces tentatives sont déjà anciennes. Les appareils imaginés récemment par M. Hermite reposent sur le principe suivant :

Du chlorure de calcium ou de magnésium est décomposé par un courant électrique, et le liquide ainsi obtenu jouit d'un pouvoir décolorant très énergique.

Soumis à l'action du courant électrique, deux équivalents de chlorure de magnésium sont décomposés en même temps que l'eau.

Le magnésium se porte au pôle négatif, décompose l'eau et forme de la magnésie, tandis qu'une nouvelle quantité d'hydrogène se joint à la première produite.

Le chlore se porte au pôle positif, où il se combine avec l'oxygène produit par la décomposition de l'eau, pour donner naissance à de l'acide hypochlorique. Mais ce dernier acide, en présence de la magnésie, se dédouble en acide chloreux et en acide chlorique, qui, se combinant à la magnésie, forment du chlorite et du chlorate de magnésie. Ces derniers sont décomposés ensuite par le courant. Le magnésium se porte de nouveau au pôle négatif et s'oxyde en

©BIU Santé

décomposant l'eau, tandis que les acides chloreux et chlorique sont mis en liberté.

Si ces derniers sont en présence d'une matière organique, ils lui céderont leur oxygène pour former de l'acide chlorhydrique qui se combinera à la magnésie libre dans la liqueur pour régénérer finalement le chorure de magnésium.

On voit que l'on peut obtenir ainsi un cycle complet dans lequel le chlore sert simplement de véhicule pour fixer l'oxygène emprunté à l'eau.

En résumé, dans cette opération l'agent décolorant est l'oxygène à l'état naissant. C'est là un excellent point de départ qui pourra être la cause de la réussite du procédé, si le prix de revient n'en est pas trop élevé.

COMPOSITION DES PATES

Nous dirons quelques mots de cette opération, toute industrielle, mais très importante et souvent décisive dans la fabrication du papier.

En général, les papiers fins doivent être composés presque exclusivement par des pâtes provenant de chiffons de fil ou de coton blancs.

Les toiles fines servent à la fabrication des papiers pelure de qualité supérieure; quant aux basses qualités on les confectionne avec des cordes non goudronnées, lessivées et blanchies complètement.

Pour les coquilles, on emploie les chiffons blancs et n'ayant subi qu'une légère usure; les qualités inférieures peuvent se faire avec des ourlets propres et des cotonnades blanches.

Si l'on veut fabriquer du papier destiné aux impressions de luxe, on devra n'employer que des chiffons blancs usés ou des cotons très propres.

Quant aux papiers devant contribuer à la confection de livres communs, on les fabriquera avec des cordes et des cotonnades de couleur.

Les papiers destinés à la gravure doivent être moelleux; pour atteindre ce but, on doit y introduire une forte quantité de coton. Si l'on y ajoute du kaolin, on aura soin de le dépouiller de la silice libre qu'il contient presque toujours.

Enfin, pour les papiers buvards colorés, on peut employer directement, sans blanchiment, des cotonnades colorées ayant la nuance que l'on veut obtenir.

AFFINAGE OU RAFFINAGE

Nous avons vu que la trituration des chiffons n'était pas terminée dans les premières piles défileuses, et qu'elle avait été suspendue pour ainsi dire, afin de permettre le blanchiment de la pâte par l'un des procédés que nous avons exposés.

Le blanchiment et le lavage terminés, on reprend la pâte pour la triturer à nouveau, et pour lui faire subir une opération définitive, qui porte le nom d'affinage ou raffinage.

Les appareils généralement utilisés dans cette opération sont encore des

©BIU Santé

piles qui diffèrent peu des premières décrites. On leur donne le nom de piles raffineuses.

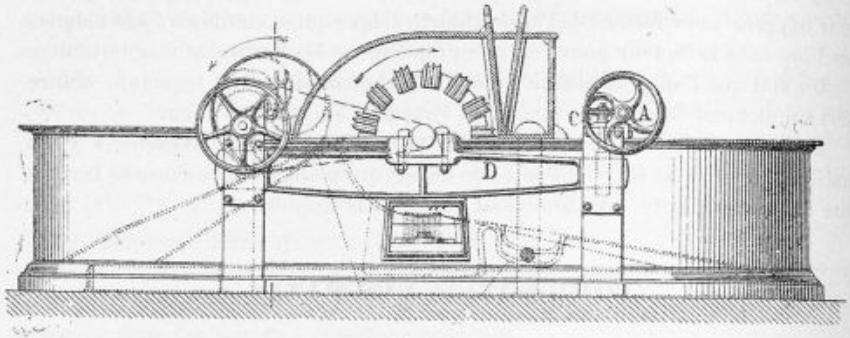


Fig. 32.

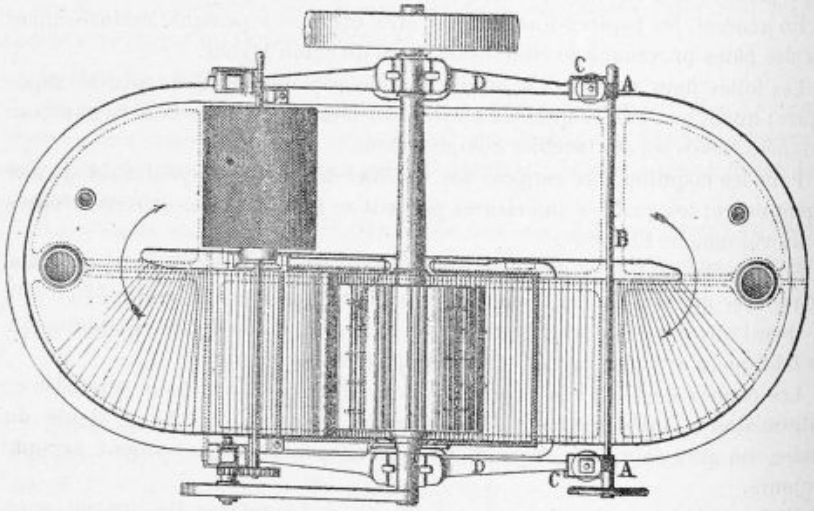


Fig. 33.

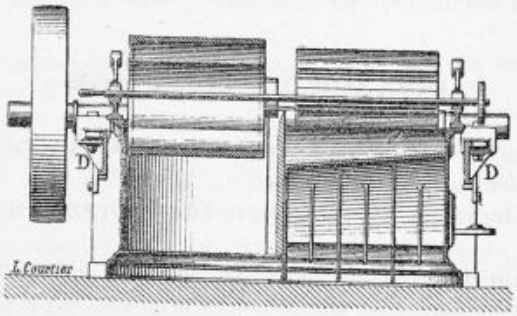


Fig. 34.

Les figures 32, 33, 34, 35 représentent une de ces piles.

©BIU Santé

On donne souvent extrémités de l'appareil la forme elliptiques due à M. Callon, elle est préférable à la forme circulaire. Le mouvement de relevage du cylindre s'obtient à l'aide de deux vis sans fin montées sur un même arbre B et donnant le mouvement à deux roues hélicoïdales C, C; dans ces deux roues formant écrous, pénètrent deux autres vis qui sont assemblées aux extrémités de deux leviers D, supportant les paliers de l'arbre du cylindre.

Le cylindre en fonte est évidé et garni de lames. Les autres parties de la pile sont analogues à celles que nous avons décrites; nous n'insisterons pas.

La pile raffineuse de MM. Debié, Granger et Pasquier, représentée figure 36, comprend une cuve en fonte M, partagée en deux par une cloison. La circula-

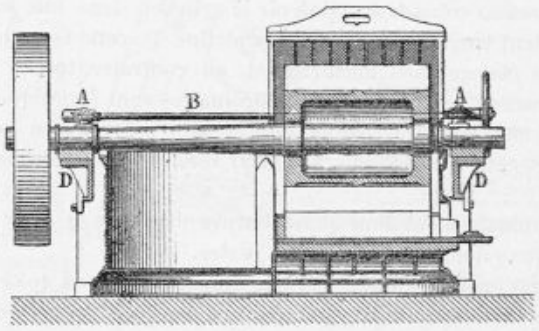


Fig. 35.

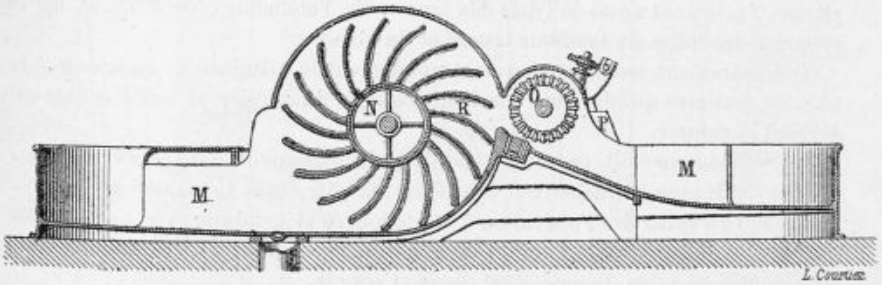


Fig. 36.

tion de la pâte est produite par le mouvement d'un élévateur à aubes courbes N, qui tourne très lentement.

La pâte est relevée par cet élévateur, puis amenée devant un petit cylindre O, sur lequel se trouvent fixées, des lames minces très rapprochées les unes des autres. Ce cylindre tourne au contraire très vite; sa vitesse est de 200 à 300 tours par minute.

La pâte soulevée qui ne peut trouver passage entre le cylindre O et la platine P munie de lames inclinées se rend dans une rigole R, placée contre la paroi externe de la cuve.

Le déversement qui se produit par l'orifice R régularise la circulation de la

©BIU Santé

pâte, qui est toujours plus rapide autour de la cloison médiane. Le peu de profondeur de la cuve contribue également à rendre cette circulation plus régulière.

Le travail de l'élévateur remplace avec avantage l'opération du spatulage, et la pâte obtenue est plus homogène.

La pile, une fois remplie d'eau, est alimentée en défilé par espèces et proportions de pâtes bien déterminées.

On appuie alors le cylindre sur la platine jusqu'à contact complet, et cette position est maintenue tant que la pâte n'est pas suffisamment battue.

Cette pâte contient une certaine quantité de boutons blancs que l'on fait disparaître par l'affleurage.

Cette opération consiste à maintenir le cylindre dans une position telle que ses lames soient tangentes à celles de la platine. De cette façon les filaments sont soumis à un étirage sans déchirement, au contraire, toutes les parties dont la grosseur excède celle des filaments ordinaires sont énergiquement déchirées.

Le gouverneur s'assure ensuite que la pâte présente un bon aspect et la dirige par les conduits VV' (fig. 11 et 12) vers le réservoir de la machine à papier.

Il suffit ordinairement d'un quart d'heure d'affleurage pour faire disparaître les points blancs dont nous venons de parler.

Cette opération du raffinage est très importante dans tous ses détails; si elle n'est pas bien conduite, la qualité du papier peut être fortement altérée.

Le raffinage dure plusieurs heures. Cette durée est variable; elle dépend de la nature des pâtes, de la grandeur de la pile, du poids du cylindre et de sa vitesse, également aussi de l'état des lames, de l'abondance de l'eau et de la propreté des toiles du tambour laveur et du châssis.

Ordinairement, avant d'achever complètement la trituration, on ajoute à la pâte les matières qui devront servir au collage du papier et aussi celles qui devront la colorer.

Le raffinage ne doit pas être conduit précipitamment, sans quoi le papier obtenu serait mou, pelucheux et sans force; la pâte, dans ce cas, est sèche.

Lorsqu'au contraire l'opération a été ménagée et conduite avec soin, la pâte est longue, et le papier qui en provient est uniformément transparent; les surfaces sont bien unies, le papier est dense et souple.

Pour terminer ce que nous avons à dire des piles raffineuses, nous donnons (fig. 37 et 38), la coupe en élévation et le plan du raffineur méthodique système Favier, qui figurait en 1889 dans l'exposition de M. L'Huillier.

Cet ensemble comprend une pile raffineuse A analogue à celles que nous avons décrites, dans laquelle la pâte est envoyée par la pompe PP' et le tuyau C et où elle subit la trituration.

Au-dessous de cette pile raffineuse se trouvent deux cuviers D, D' munis d'agitateurs. Ces cuviers servent de réservoirs à pâte; ils s'emplissent et se vident alternativement et d'une façon automatique au moyen d'un mécanisme de changement de marche figuré en XX' et des soupapes RR'.

Une pompe double PP' établit le courant de pâte d'un cuvier à l'autre en passant par la pile raffineuse.

©BIU Santé

L'emplacement des cuviers, leur capacité et la position de la pile raffineuse peuvent varier suivant les circonstances.

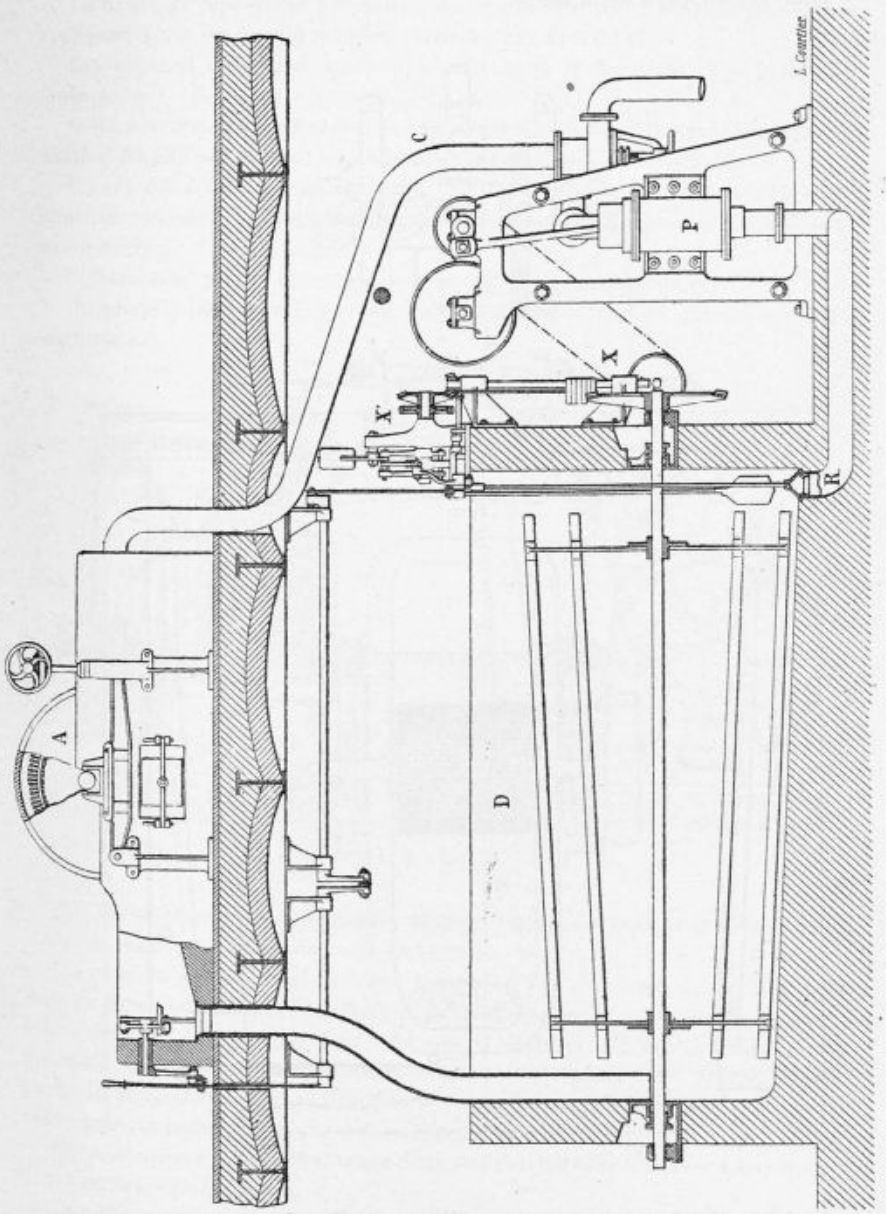


Fig. 37.

Cet appareil présente certains avantages, qui sont les suivants :

La contenance de la pile est variable; on peut y triturer depuis 50 jusqu'à 500 kilogrammes de pâte.

©BIU Santé

La trituration est assez rationnelle ; elle peut se faire par degrés, en commençant par les pâtes dures et finissant par les pâtes tendres ou succédanées n'ayant besoin que d'un mélange.

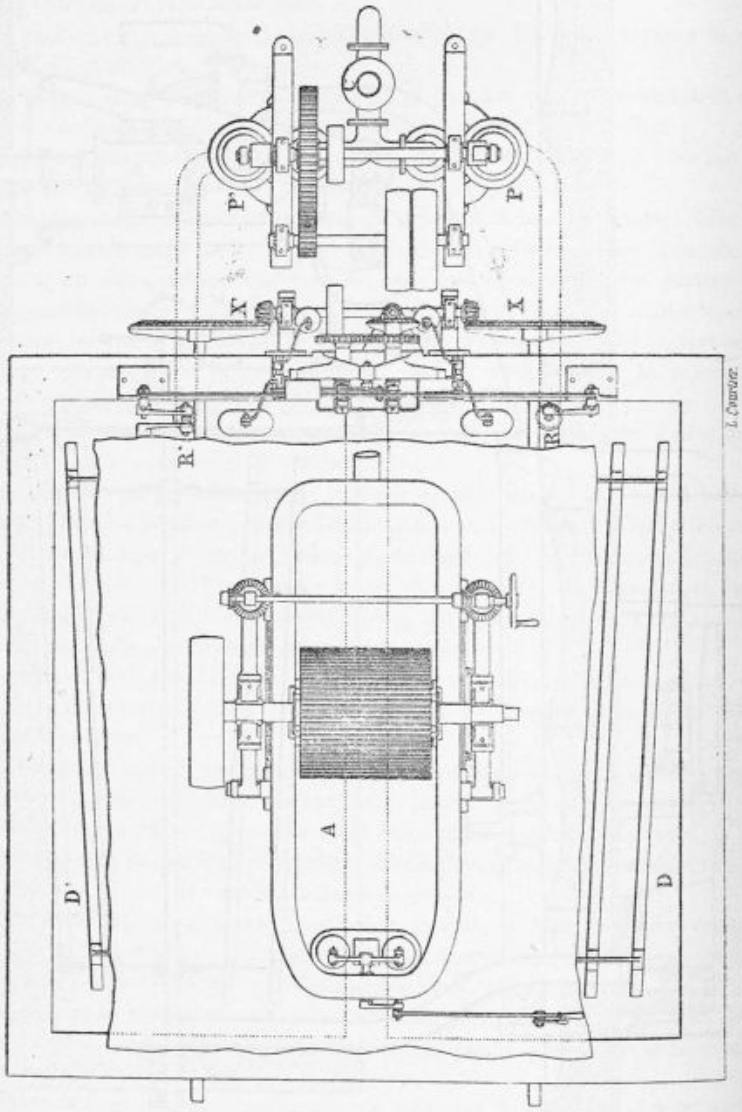


Fig. 38.

La trituration, en outre, paraît meilleure et plus économique au point de vue de la force employée.

Le spatulage et les frais de main-d'œuvre qu'il occasionne sont supprimés.

©BIU Santé

D'autres appareils ont été imaginés pour remplacer les piles et produire les effets de trituration.

La figure 39 représente l'élévation d'une machine de trituration proposée et appliquée il y a un certain nombre d'années par M. Gardner.

Cet appareil comprend une cuve métallique M fixée sur des patins en fonte A.

Cette cuve est munie à sa partie inférieure d'un trou d'homme fermé par un tampon N; elle est surmontée à sa partie supérieure par une cuvette O.

Un arbre P donne le mouvement à l'agitateur R, sorte de vase métallique en forme de cône dont les faces sont percées d'ouvertures formant grillage plus ou moins serré.

Ce vase, à sa partie supérieure, communique avec la cuvette O.

On place la pâte dans la cuve M, puis on ferme cette cuve par un couvercle élastique a.

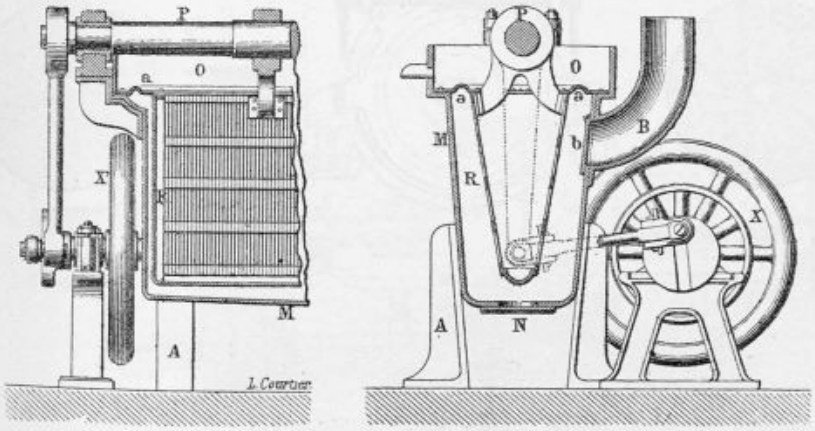


Fig. 39.

En XX' se trouve la transmission de mouvement. Le vase R est animé d'un mouvement dont l'amplitude varie suivant les cas.

La pâte est amenée par le conduit B terminé par un clapet *b*. Le vase presseur R, dans son mouvement alternatif, vient battre la pâte contre les parois intérieures de la cuve M; les lames du vase R divisent la pâte, la triturent et la forcent à s'introduire dans son intérieur; l'excès de pâte, ainsi forcée dans la partie R, remonte et vient se déverser à la partie supérieure en O, d'où on la retire pour la soumettre à une nouvelle trituration.

On peut opérer aussi le raffinage dans des machines spéciales à force centrifuge nommées *pulpengine*.

Une des premières qui ont été proposées est celle qui porte le nom de Montgolfier.

En général, ces nouveaux outils sont plus particulièrement employés pour triturer les pâtes de bois et de paille; cependant, comme on les utilise aussi

©BIU Santé

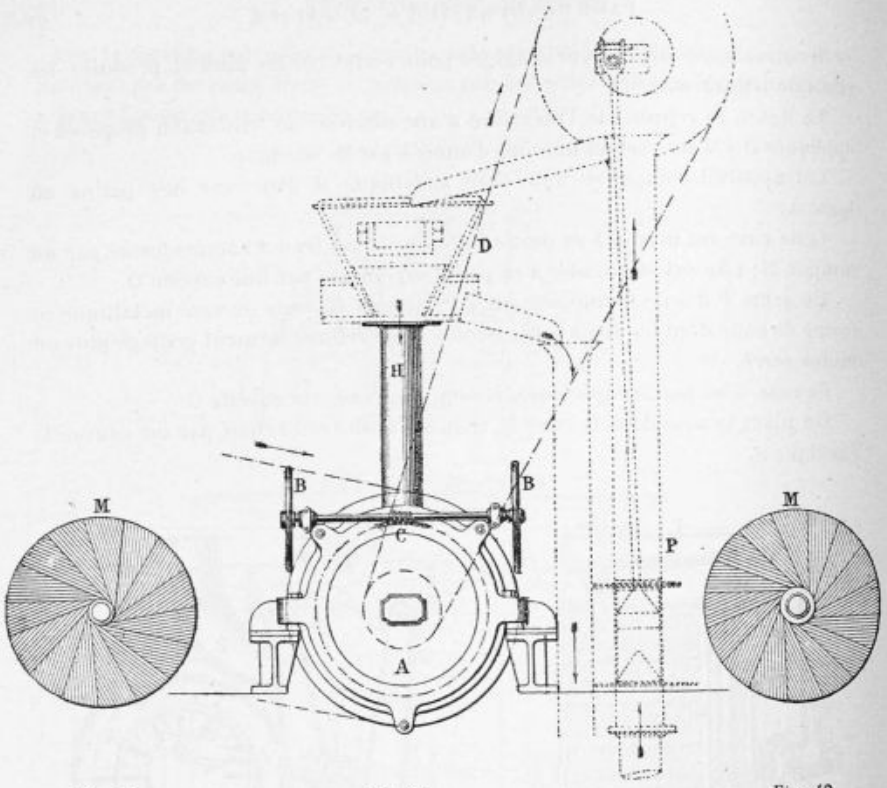


Fig. 41. Fig. 40. Fig. 42.

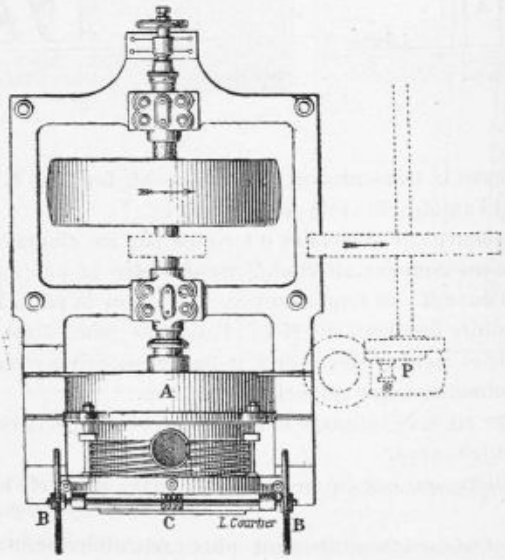


Fig. 43.

©BIU Santé

comme machines affleureuses dans la fabrication de la pâte de chiffons; nous les décrirons ici.

La *pulpengine* Montgolfier est représentée figures 40, 41, 42, 43.

Cet appareil est formé essentiellement par une meule mobile tournant verticalement entre deux meules fixes M.

Ces meules sont enfermées dans la caisse A; on peut régler leur écartement par des volants B et la vis sans fin C.

La pâte est montée dans un réservoir supérieur D par une pompe P et de là descend entre les meules par le tuyau H.

La trituration dans cet appareil peut s'effectuer en une seule passe et l'opération par suite, devient continue.

Cette machine de trituration a été perfectionnée dans ces derniers temps par M. Camus. Les figures 44, 45, 46 sont une coupe longitudinale et deux élévations de cet appareil.

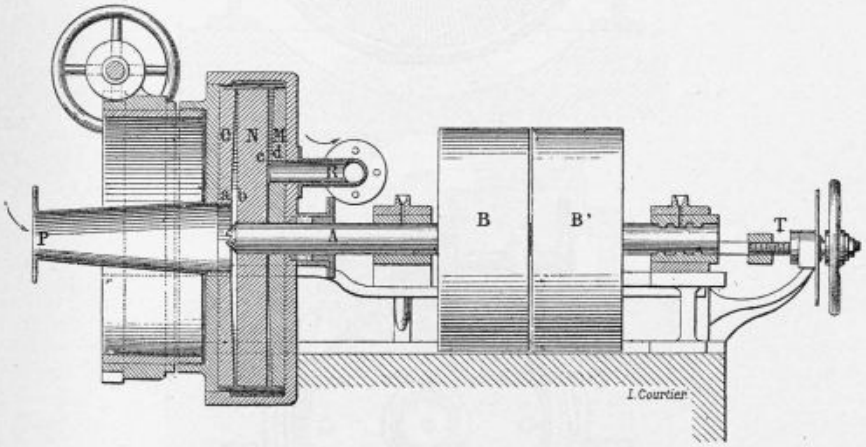


Fig. 44.

La meule en fonte N est calée sur l'arbre horizontal A, qui fait environ 300 tours par minute.

En avant et en arrière de cette meule mobile se trouve une autre meule fixe M et une meule O mobile dans le sens longitudinal.

Le vide compris entre les meules M et N est plus grand à la circonférence; à mesure qu'on se rapproche du centre il diminue; le contraire a lieu pour le vide qui se trouve entre les meules N et O.

On voit que la matière à triturer, la pâte, entre par le centre de la meule fixe, où elle est amenée par le tuyau P et sort par le tuyau R.

Les faces de ces différentes meules sont armées de lames en acier très nombreuses qui, par leur mouvement rapide, assurent la trituration complète de tous les boutons compris dans la pâte.

Le point caractéristique de cette machine réside dans l'inclinaison des lames en acier, qui permet de graduer le travail.

©BIU Santé

La meule M est fixe d'une façon absolue, en sorte qu'elle ne peut laisser passer aucune particule inattaquée.

On peut régler facilement l'écartement des meules et par suite obtenir pour la pâte le degré de finesse que l'on veut.

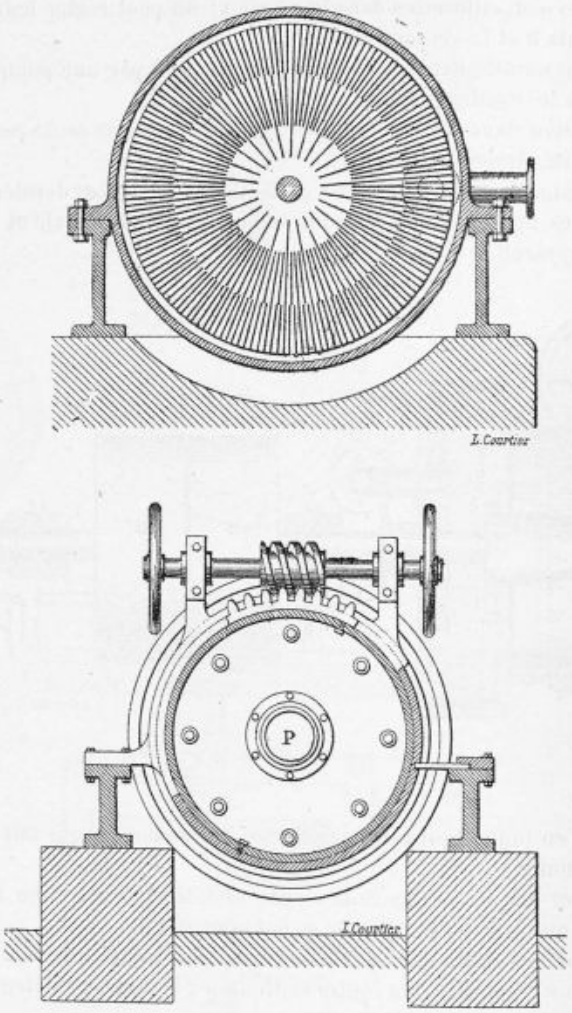


Fig. 45.

BB' sont les poulies de commande de l'appareil.

ab est l'intervalle compris entre les meules, qui est variable à volonté.

cd est l'intervalle également variable qui détermine le degré de finesse de la pâte.

La figure 45 est une vue en bout de la machine montrant l'entrée de la pâte en P.

©BIU Santé

La figure 46 montre une moitié supérieure du plateau de sortie M et la moitié inférieure de la meule d'entrée O, et fait voir la disposition des lames d'acier, qui sont noyées dans les meules en fonte.

Les avantages de cet appareil sont les suivants :

Les surfaces de travail côniques des meules assurent un bon travail.

Les lames d'acier sont très minces; leur nombre peut atteindre 500 sur une face des meules et 300 sur l'autre face.

On peut régler l'écartement des meules avec beaucoup de précision au moyen de la vis T.

Enfin la saillie des lames décroît graduellement jusqu'à devenir nulle au moment où la pâte sort de la machine.

La force absorbée par cette machine ne dépasse pas 15 chevaux; dans ces conditions elle peut produire 2.000 kilogrammes de pâte. Elle est surtout employée pour la préparation de la pâte de bois, dont nous allons bientôt nous occuper.

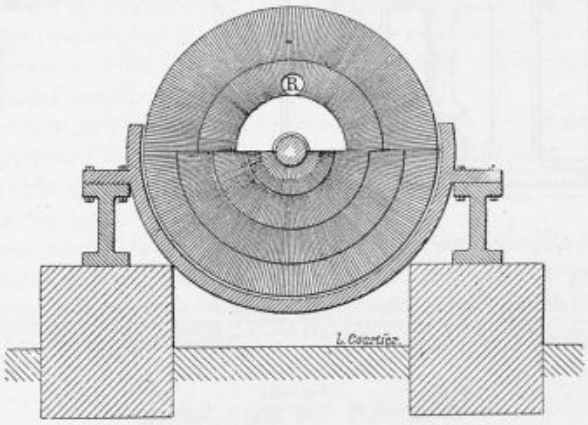


Fig. 46.

Pour terminer cette partie de notre étude, nous signalerons un très bon appareil de raffinage employé en France et surtout en Allemagne; nous voulons parler du raffineur de Thode, représenté figures 47 et 48.

Cet appareil est composé essentiellement de deux meules horizontales analogues dans leur ensemble et dans leur disposition à celles d'un moulin à blé.

La partie principale de la machine est montée sur une sorte de tourelle en fonte et à claire-voie A portant tout le mécanisme, sauf le régulateur d'alimentation.

La partie supérieure de la tourelle doit faire saillie d'environ 0m,30 au-dessus du plancher du premier étage. Quant au socle, il repose sur un massif à 1m,50 au-dessous de ce plancher.

Le régulateur d'alimentation N se place sur le plancher supérieur à peu de distance du raffineur M. Ce régulateur mesure extérieurement 0m,60 sur 0m,40

©BIU Santé

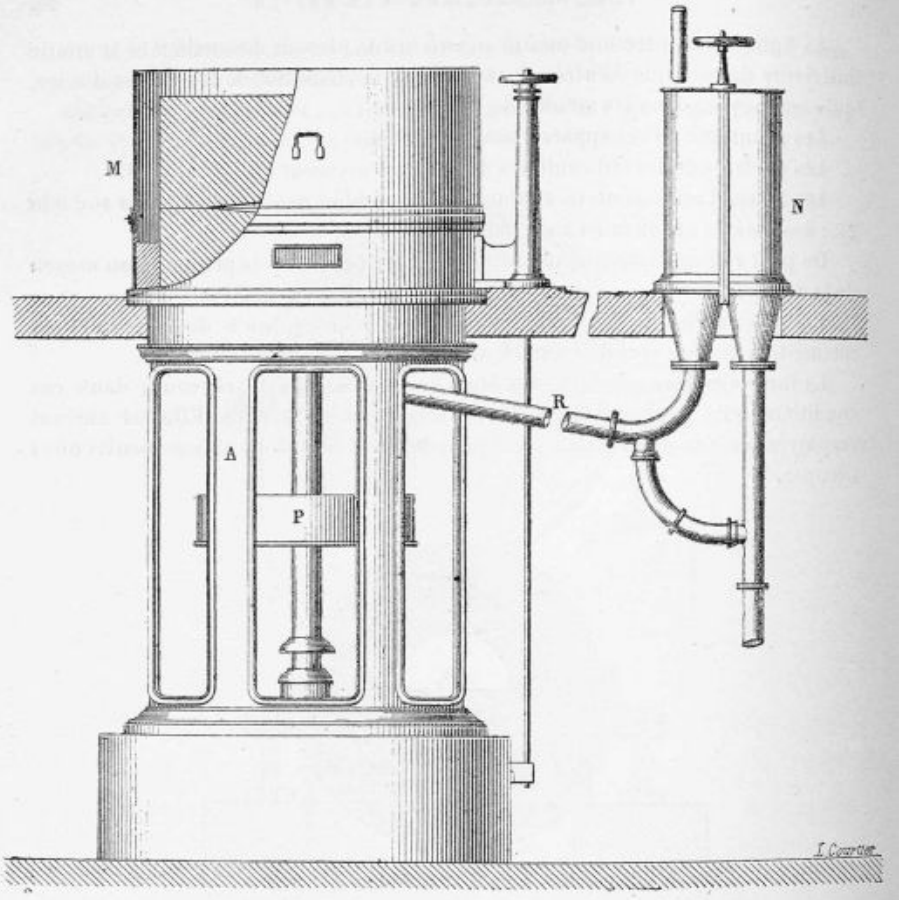


Fig. 47.

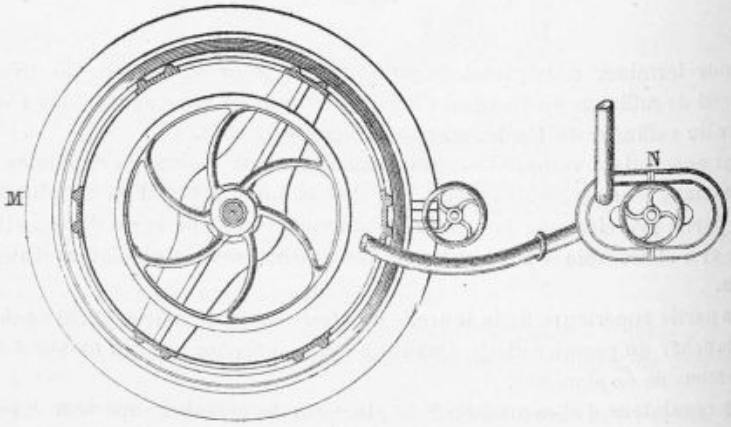


Fig. 48.

©BIU Santé

et dépasse le plancher de 0m,80. Sa situation, par rapport au raffineur, n'a rien d'absolu, elle dépend du local où celui-ci est installé.

L'arbre vertical du raffineur porte une poulie P, qui reçoit le mouvement d'une autre poulie semblable placée sur un arbre vertical faisant de 80 à 160 tours par minute.

Le diamètre de cette dernière poulie varie selon la vitesse de l'arbre de commande, de façon à faire faire au raffineur environ 120 tours par minute.

Le même arbre de commande vertical peut faire tourner quatre raffineurs.

A côté du raffineur, et sur le plancher supérieur, il faut ménager une place suffisante pour pouvoir retourner la meule supérieure et la tailler lorsque le besoin s'en fait sentir. Cet emplacement, et la nécessité où l'on est de pouvoir circuler autour des raffineurs, fait que l'on doit compter sur un espace de 7 mètres carrés environ pour chaque machine, en sorte qu'une batterie de 3 raffineurs occuperait au moins 20 mètres carrés.

La matière à livrer aux raffineurs doit être à l'état de pâte fluide; elle arrive par le tuyau R.

S'il s'agit de pâte achetée toute pressée, il conviendra de la passer pendant quelques minutes dans une pile hollandaise pour la délayer, puis de l'envoyer dans des citernes ou réservoirs placés en contre-bas de l'alimentateur automatique, soit au-dessous des raffineurs, soit mieux à côté.

Les réservoirs les plus convenables sont des citernes à fond demi-cylindrique avec agitateur à axe horizontal. Il convient d'en avoir deux : l'un que l'on remplit et l'autre que l'on vide afin de ne pas faire varier la densité de la pâte pendant que l'on raffine le contenu d'un réservoir.

Une citerne semblable à celle que nous venons d'indiquer doit être ménagée pour recevoir la pâte raffinée si la disposition des appareils ne permet pas de l'écouler naturellement dans les piles blanchisseuses ou vers les réservoirs placés en tête de la machine à papier.

COLLAGE DU PAPIER

La colle que l'on introduit dans la pâte du papier est destinée à reconstituer l'adhérence primitive et naturelle qui existait entre les fibres végétales avant leur transformation en pâte.

On ajoute donc à la pâte de papier préparée comme nous venons de l'indiquer précédemment une matière adhésive, végétale ou animale destinée à augmenter la résistance du papier et à le rendre en partie imperméable.

Certains papiers, naturellement, n'ont pas besoin d'être collés; ce sont les papiers dits *buvards*. L'imprimerie utilise souvent aussi des papiers non collés, mais tous ceux qui doivent recevoir l'écriture le sont nécessairement.

Pour parvenir à remplacer le vélin et le parchemin employés tout d'abord à l'écriture et à l'impression, la solidité fut une des principales qualités exigées du papier. Aussi, admirons-nous encore aujourd'hui la conservation parfaite et le nerf des anciennes éditions.

Cette solidité qui tient particulièrement à la qualité des chiffons non blanchis

©BIU Santé

par les acides et à leur lente trituration au moyen des maillets, provient surtout aussi du collage à la gélatine.

Mais cette opération du collage animal entraîne beaucoup de frais, de soins et de main-d'œuvre. Bien des tentatives furent faites en France pour y suppléer.

On essaya d'abord de coller avec le savon de Marseille, mais ce collage rendait le papier mou. Canson, en 1827, imagina de faire un savon dont la cire était la base, et Delcambre en composa un autre dont la base était la résine. L'un et l'autre offraient des inconvénients.

C'est à Obry qu'on a dû, dès 1827, la combinaison de l'alun avec la fécule de pomme de terre et la résine dissoute par les cristaux de soude.

Cette colle fut une immense amélioration apportée à la fabrication du papier. Elle est maintenant d'un usage général en France.

COLLAGE A LA GÉLATINE

En Angleterre et dans quelques autres pays, elle n'a pas obtenu le même succès soit en raison de l'abondance des chiffons de coton auxquels ce genre de collage s'applique moins bien, soit plutôt à cause de la nature de certaines eaux, car le même phénomène se reproduit dans certaines fabriques où le so est granitique et siliceux.

On a donc eu recours, en Angleterre, le plus souvent, à la colle animale pour donner aux papiers un degré d'imperméabilité et de solidité tout à fait spécial.

Les beaux papiers anglais sont presque tous collés à la gélatine et sous le rapport de la solidité ils ne laissent rien à désirer.

Souvent même les fabricants Anglais abusent de ce genre de collage, car il arrive parfois que sur la surface de leurs papiers dont l'apparence est un peu grasse et huileuse, la plume glisse et l'encre s'étale sans laisser à l'écriture la finesse que l'on peut obtenir sur les papiers français.

Le papier anglais nécessite donc la plupart du temps l'emploi du buvard dès que l'on veut tourner une page que l'on vient d'écrire, attendu que l'encre restée à la surface ne s'imprègne pas dans le papier aussi promptement que dans le papier français.

L'usage de la colle animale offre souvent un inconvénient assez grave. Si elle n'a pas été séchée suffisamment, elle nuit aux impressions en couleur ainsi qu'aux teintes du lavis. On reconnaît ce défaut lorsque, en mouillant le papier et y appliquant la main on sent qu'elle y adhère.

Le collage gélatineux, connu dès l'origine de la fabrication du papier, offrait des difficultés dans son application à la machine à papier. C'est à Huth qu'on est redevable du procédé par lequel on fait passer actuellement la feuille de papier à demi-séchée entre deux pressions cylindriques garnies de feutres, sur lesquelles arrivent continuellement, en sens opposé, deux jets de colle animale.

Aujourd'hui, la feuille de papier continue, après avoir traversé une auge remplie de colle animale s'engage entre deux cylindres en bronze, de sorte

©BIU Santé

qu'elle ne conserve que la quantité de colle nécessaire, puis elle est séchée sur des cylindres chauffés.

Ce système de collage qui exige de grands frais est très onéreux dans les pays où le charbon atteint des prix élevés. En outre, il nécessite un immense local. Certaines de ces machines, dont nous allons parler, occupent souvent plus de 80 mètres de longueur.

Avant de parler de ces machines à coller, disons quelques mots de l'ancien collage à la main si longtemps employé et qui, d'ailleurs, a fourni et fournit encore les plus belles qualités de papier.

Les papiers Whatman, par exemple, destinés au dessin, ont une renommée universelle qui est due à leur parfaite qualité, laquelle est le résultat du collage à la main.

Autrefois, les anciens fabricants partageaient le travail du collage entre trois ouvriers qui étaient le *colleur*, le *presseur* et le *sécheur*.

D'après MM. Jagenberg et Bourdiliat, auxquels nous empruntons ces détails, le métier de colleur était fort difficile; cet ouvrier était chargé de déterminer la chaleur de la colle et de tremper le papier.

Opérer sur des feuilles prises une à une eût inutilement compliqué le travail. Il en prenait donc de six à douze à la fois selon leurs dimensions et les trempait dans le bain de colle. Il écartait ensuite avec la main gauche les feuilles les unes des autres pour faciliter l'introduction de la colle entre elles.

Sortant ensuite le paquet du bain et le tenant au-dessus de la chaudière, il laissait écouler la colle, ce qui imprégnait le bas des feuilles.

Saisissant ensuite le paquet de la main gauche et le trempant pour la seconde fois, l'ouvrier produisait sur la droite un mouvement d'éventail, comme il l'avait fait d'abord sur le côté opposé.

Quand il jugeait le papier suffisamment saturé, il remettait les paquets au presseur qui les empilait les uns sur les autres sous la presse, en y interposant de temps à autre un feutre.

L'action de la presse faisait en même temps entrer la gélatine dans l'intérieur et exprimer le superflu qui rentrait par des rigoles dans la chaudière à colle.

Avant l'étendage, on séparait les feuilles les unes des autres à l'aide d'un instrument en bois nommé *ferlet*. Cette opération était facilitée par de l'alun ajouté à la colle.

Le séchage avait lieu dans de grandes salles. On suspendait les feuilles de papier une à une sur des cordes ou sur des liteaux et on les exposait à un fort courant d'air. L'atelier était très à jour, accessible à tous les vents.

On abandonnait ainsi à la nature le soin de sécher le papier, mais, par suite, les variations atmosphériques gênaient souvent l'opération.

Le colleur avait pour tâche de bien imprégner son paquet de papier dans tous les sens. Pour faciliter son travail, il pouvait user de trois moyens :

Employer la colle plus chaude, ce qui la rendait plus liquide et plus apte à pénétrer entre les feuilles.

Il pouvait encore ouvrir les pores du papier en le chauffant préalablement pourvu qu'il disposât d'un séchoir à air chaud.

©BIU Santé

Il pouvait enfin laisser séjourner le paquet de papier plus longtemps dans la gélatine. Le papier y prenait la température du bain et la colle s'ouvrait elle-même son chemin.

Quoi que fît du reste le colleur le plus habile, il ne pouvait prétendre que ses feuilles fussent imprégnées autant à une extrémité qu'à l'autre. C'était au presseur à faire disparaître ces inégalités.

Il fallait pour le travail de la presse, non seulement beaucoup d'attention, mais il fallait opérer d'abord graduellement, puis augmenter peu à peu la pression. Une pression très forte dès le commencement eût chassé le superflu de la gélatine, sans la faire entrer dans les parties les moins imprégnées.

La bonne répartition de la colle était donc le but du pressage. Le temps qu'il fallait au papier pour se pénétrer de gélatine servait de guide au presseur.

Plus ce temps était long, plus il s'appliquait à commencer par une pression légère et plus il augmentait à la fin de l'opération. L'emploi d'une pression graduée assurait donc la répartition uniforme de la gélatine et en même temps un séchage bien régulier.

C'est dans le mode de séchage que résidait le principal secret de tous ceux qui savaient produire du papier bien collé. Il arrivait souvent, en effet, qu'un papier peu imprégné de colle était souvent mieux collé que celui qui contenait une quantité double de gélatine, mais qui avait été mal traité ensuite soit au pressage, soit surtout au séchage. On ne doit pas perdre de vue, en effet, que le collage animal est un collage fixé à la surface du papier.

En imprégnant et en pressant, on tend à coller la masse entière du papier. Le séchage, au contraire, doit enlever l'eau de dissolution et attirer la colle à la surface de la feuille.

Ce phénomène se produit aussitôt que le liquide de la surface est évaporé. Mais, si cette opération se fait en même temps dans l'intérieur de la feuille, la gélatine y reste enfermée et le collage se trouve inégal et défectueux.

On voit donc qu'il est très important de prendre toutes les précautions possibles pendant le séchage. Au fur et à mesure que le papier sèche, l'air absorbe l'humidité jusqu'à saturation ; une fois arrivé à ce point, il n'y a plus d'évaporation. Pour rendre l'opération continue, il faut ou renouveler fréquemment l'air ou le chauffer.

Les anciens fabricants se contentaient de faire entrer dans leurs séchoirs des courants d'air qu'ils réglaient au moyen de fenêtres à persiennes que l'on ouvrait ou fermait suivant la direction et l'intensité des vents. C'était là encore opérer dans de mauvaises conditions.

Aujourd'hui, on remplace ces moyens primitifs par l'emploi de ventilateurs ou d'aspirateurs qui assurent un renouvellement constant de l'air du séchoir.

Le papier humide peut être considéré comme un corps poreux dont les cellules forment une série de petits tubes remplis de gélatine liquide.

L'air en passant avec une certaine vitesse sur la feuille, pulvérise et dissout les parties liquides qui se trouvent à l'extrémité de chaque tube, en produisant un vide partiel dans ce tube et en faisant monter à la surface une nouvelle goutte de liquide; cette opération se continue ainsi jusqu'à complète évaporation.

©BIU Santé

Cette eau à mesure qu'elle s'évapore dans l'air abandonne à la surface de la feuille la portion de gélaline qu'elle tenait en suspension. Tels sont les phénomènes qui se manifestent dans cette partie de l'opération industrielle.

Ajoutons, avant d'indiquer les dispositions mécaniques usitées aujourd'hui, surtout en Angleterre, que les matières employées dans la préparation de la colle animale ou gélatine sont les rognures de peau non tannées provenant des ateliers de corroyage et de bourrellerie, les tendons, les cartilages et plus particulièrement les pieds de mouton, de chèvre et de chevreau.

Nous venons de voir que le collage à la gélatine s'effectue difficilement, mais aussi que son emploi donne au papier de luxe une valeur telle, que les Anglais n'ont jamais voulu l'abandonner et qu'ils sont parvenus à l'exécuter à la suite de la machine.

Nous allons voir que leur procédé consiste à faire passer le papier séché comme à l'ordinaire dans la colle, puis à le sécher à nouveau à une température ne dépassant pas 25 degrés, afin que la colle ne soit pas altérée.

On y parvient en faisant parcourir aux feuilles une très grande étendue sur un grand nombre de tambours dans lesquels tournent des ventilateurs qui projettent de l'air chaud.

Pour travailler dans de bonnes conditions, il convient que le papier soit collé avant son passage dans l'appareil de séchage et d'une manière continue.

Le réservoir à colle où le papier est imprégné doit être placé dans l'axe de la machine et correspondre à la dimension des presses, de manière que la bande de papier soit baignée sur toute sa largeur.

Le papier doit plonger dans la colle, y cheminer quelque temps et n'en sortir qu'après saturation suffisante. Il est conduit dans la colle au moyen de deux rouleaux en bois ou en cuivre placés de façon à tremper dans le liquide au moins sur la moitié de leur circonférence. Leur écartement détermine la durée de l'immersion du papier.

Le papier épais doit rester plongé plus longtemps que le papier mince pour se saturer. Il faudrait, en réalité, pouvoir varier l'écartement des rouleaux. Mais, comme le papier épais se fabrique toujours avec une vitesse moindre, on peut laisser cet écartement fixe. La marche de la machine règle alors elle-même la durée variable de l'immersion.

La gélatine ne peut pas se préparer dans le réservoir de la machine où la colle doit avoir un niveau constant, et où le papier doit passer librement sur toute sa largeur. On place donc à côté un cuvier pour y préparer la colle, et par un tuyau, on amène la gélatine dans le bassin pour y entretenir un niveau constant.

Le cuvier doit être muni d'un appareil de chauffage à la vapeur pour liquéfier la gelée et entretenir la température du bain. Il doit en être de même pour le réservoir à colle.

Après l'immersion vient le pressage. Au lieu de la presse à mains employée autrefois, on fait usage d'une presse à cylindres en cuivre.

Pour obtenir les divers desiderata d'un bon collage à la gélatine, on a fait successivement de nombreux essais.

On a d'abord cherché à introduire dans les dévidoirs de l'air chaud et sec.

©BIU Santé

L'air était chauffé dans un fourneau de construction spéciale, puis envoyé dans les dévidoirs au moyen d'un grand ventilateur.

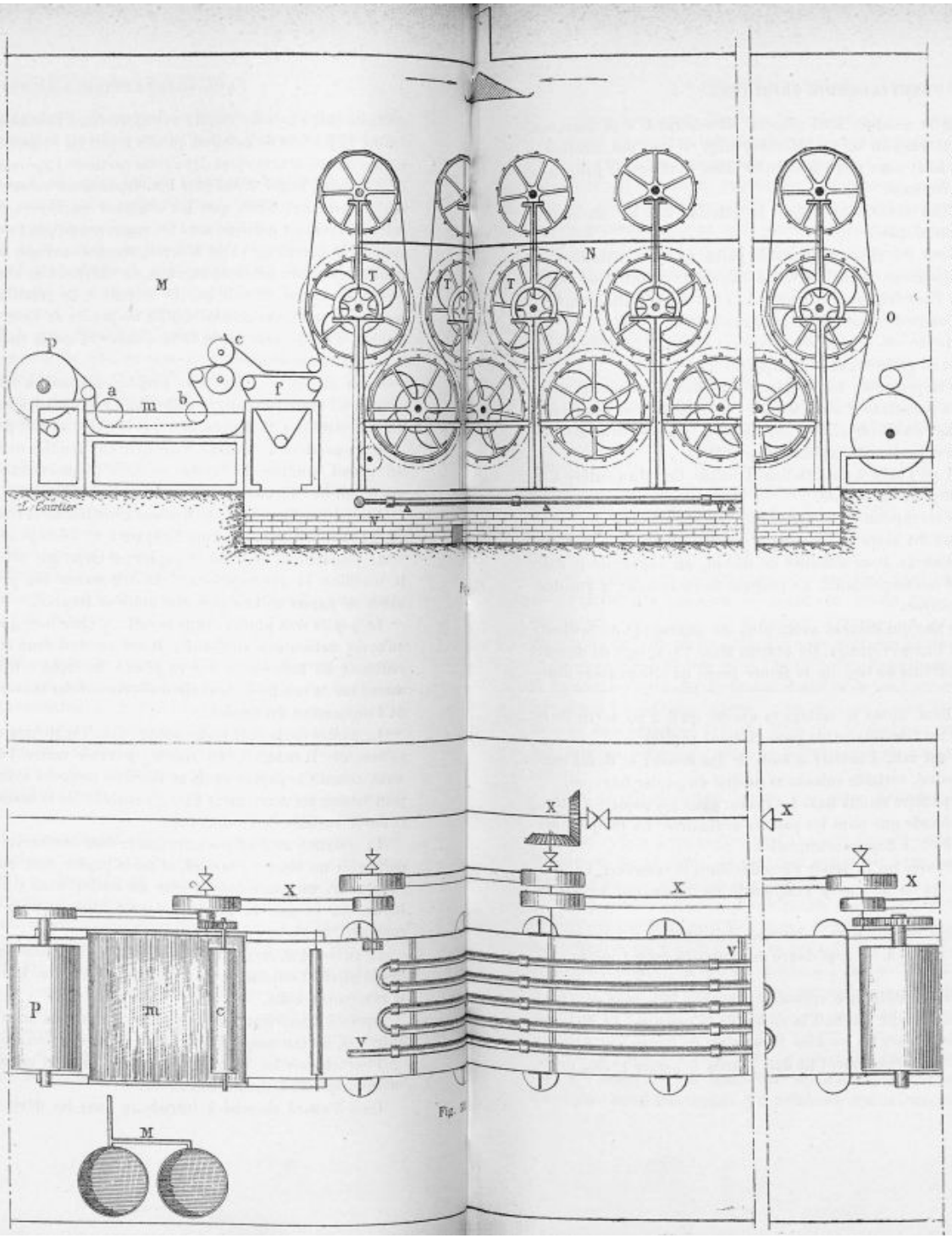
Cet air était capable d'absorber beaucoup d'humidité, mais comme son renouvellement était insuffisant, il finissait, une fois saturé, par se fixer sur la feuille et empêcher le séchage au lieu de l'accélérer.

D'autre part, le local était si chaud que les ouvriers n'y pouvaient séjourner.

On rejeta bientôt ce système. Dans chaque tambour, on mit alors une roue à palettes tournant à grande vitesse, de façon à entretenir un fort courant d'air constamment renouvelé sur la surface du papier.

Puis, on plaça sous les tambours dévidoirs un groupe de tuyaux à vapeur par lesquels on fit passer l'air avant de l'amener aux ventilateurs. Dès lors, le séchage fut à l'abri des temps humides et froids.

On chercha ensuite à remplacer les tambours à claire-voie qui sont la partie la plus coûteuse de la construction, par des cylindres sécheurs semblables à ceux que nous trouverons bientôt dans la machine à papier.



Mais il est préférable de ne pas employer de cylindres en fonte chauffés à la vapeur pour le séchage du papier collé à la gélatine, parce que la grande chaleur des sécheurs vaporise l'eau à l'intérieur de la feuille, avant que les molécules de gélatine aient pu venir se fixer à la surface.

En un mot, la chaleur des cylindres chasse l'eau des pores sous forme de vapeur, tandis que le courant d'air renouvelé agit par dissolution et par aspiration.

La machine à coller que nous allons décrire a été employée pendant de longues années par M. Jagenberg pour le collage des papiers fins; elle est généralement adoptée en Angleterre.

Cette machine est représentée (fig. 49 et 50) qui donnent une coupe longitudinale et un plan de l'ensemble.

Les parties principales qui la constituent sont :

M Cuves à gélatine.
N Sécherie à air chaud.
O Sécheur de réserve.

La machine à tremper comprend : les cuves à préparer la gélatine, le réservoir où passe le papier, la presse et les rouleaux conducteurs.

©BIU Santé

Les cuves à préparer la gélatine sont placées latéralement à la machine. Elles sont figurées sur le plan en M. En élévation elles ne sont pas indiquées; on doit les mettre assez haut pour pouvoir écouler dans le réservoir jusqu'à la dernière goutte de leur contenu.

Il est bon d'avoir deux cuves, l'une pour la gélatine qui se consomme, l'autre pour celle que l'on prépare.

Les cuves en bois sont les plus convenables parce qu'elles maintiennent bien la chaleur. Leurs dimensions sont calculées suivant la quantité de papier que produit la machine. Pour fabriquer par jour de 4.000 à 5.000 kilogrammes, on peut employer deux cuves contenant chacune 350 litres.

La cuve munie d'un tuyau de vapeur en cuivre est remplie de gélatine; on doit la laisser se prendre en gelée avant de l'employer au collage.

Quelques fabricants la prennent toute liquide et chaude au sortir de la chaudière et cherchent à économiser ainsi les frais de liquéfaction ultérieure, mais ils perdent l'avantage de savoir si leur colle a bien la force nécessaire, ce que l'on ne peut constater que sur de la gélatine en gelée.

On ajoute en général de l'alun à la gélatine liquéfiée. Cet alun enlève à la colle une partie de sa propriété poissante.

Lorsque l'on presse énergiquement, il arrive que des filaments de papiers se collent aux cylindres, on dit alors que le papier peluche, c'est un défaut qui peut donner lieu à des déchets. Pour atténuer ce défaut, on augmente la dose d'alun et la colle devient moins poissante. La pratique seule indique la quantité d'alun que l'on doit employer.

Pour les papiers plus fins qui doivent avoir plus de satinage et de brillant, on doit ajouter du savon blanc ordinaire. On obtient ainsi l'avantage de donner à la colle la blancheur parfaite au lieu de la teinte jaune qu'elle possède ordinairement.

Le papier conserve donc après le collage la nuance qu'il a au sortir de la machine à papier, ce qui est très important pour certains papiers.

Lorsque le mélange est fait, l'ouvrier à soin de lui donner et de lui conserver la température voulue, variable suivant la qualité du papier fabriqué.

La colle bien chaude pénètre mieux dans les pores; pour les papiers à lettre, on l'emploie donc plus chaude que pour les papiers ordinaires. La température convenable varie entre 40 et 75 degrés centigrades.

Quand la colle est préparée on la laisse s'écouler dans le réservoir. La limpidité du produit exige qu'on attache à l'extrémité du tuyau qui amène la colle, un sac à filtrer.

Le réservoir en bois est figuré en *m*. L'ouvrier doit pouvoir y faire passer aisément le papier. Pour cela, l'arête supérieure du réservoir est à 1 mètre seulement au-dessus du sol.

La longueur du réservoir doit être suffisante pour que le papier se sature de colle jusqu'à l'intérieur, quelle que soit la vitesse de la machine. La distance entre les deux rouleaux en cuivre ou en bois recouverts de feutre *a* et *b* limite la durée de l'immersion. Leur écartement ne doit jamais dépasser $1^{m},50$; ordinairement 1 mètre suffit.

©BIU Santé

Lorsque l'on veut dépasser l'écartement de 1 mètre, on doit soutenir le papier par un rouleau intermédiaire afin de l'empêcher de se déchirer.

Pour que le bac puisse recevoir l'excédent de colle que la presse exprime du papier, il est bon d'en augmenter la longueur de $0^m,50$ environ. La colle retombe alors directement dans le bac. On doit avoir le soin de lui donner un peu de profondeur pour qu'il puisse contenir une quantité de colle suffisante, pour que la température s'y maintienne au degré voulu et pour que le fond soit à 20 centimètres environ au-dessous de la bande de papier. Cet espace sert à recevoir les impuretés que la colle peut contenir. Si elles étaient entraînées, elles produiraient sous la presse des trous et des taches. Pour éviter cet inconvénient on nettoie le bac de temps en temps. On filtre la colle ainsi recueillie, puis on la reporte dans la cuve à préparer la gélatine.

Il est très important pour obtenir un bon collage de maintenir le papier à une température convenable. Le papier chaud boit mieux la colle que le papier froid. Pour régulariser ce point du collage on emploie le sécheur *p*.

Ce sécheur est construit, ainsi que nous le verrons bientôt, comme les cylindres sécheurs de la machine à papier, avec cette différence qu'on peut y introduire à volonté de la vapeur ou de l'eau froide. Dans le premier cas on chauffe le papier, dans le second on le refroidit. Si l'on trouve que le papier n'absorbe pas assez de colle, bien que cette dernière soit assez chaude, on introduit de la vapeur dans le cylindre régulateur.

Cet appareil est presque toujours employé pour les papiers à lettre. Lorsqu'il s'agit d'autres papiers qui n'ont pas besoin d'un collage aussi soigné et qui sortent trop chauds des cylindres sécheurs, on introduit dans le cylindre régulateur de l'eau froide pour en abaisser la température.

La presse est figurée en *c*. Les rouleaux doivent avoir un grand diamètre. Si on veut les entourer de feutre, il suffira de les faire en fonte ; mais les enveloppes ont leurs inconvénients, elles ne sont jamais assez égales de tissu pour répartir uniformément la colle. Elles ont de plus une surface rugueuse, ce qui fait souvent pelucher ; elles ne conviennent en un mot que pour les pâtes ordinaires.

Pour les cylindres à nu, on ne peut éviter l'emploi du cuivre ou du bronze à cause de la rouille.

Ces cylindres doivent être parfaitement dressés pour assurer une uniforme répartition de la colle. On doit les entretenir avec beaucoup de soin et n'y tolérer ni bosses, ni autres irrégularités.

Les creux des cylindres produiraient sur le papier des places retenant plus de colle, ce qui donnerait lieu à des taches. Une bonne presse en bronze bien poli, produit un papier satiné, ce qui est un très grand avantage quand il s'agit de papiers minces de qualité moyenne, car on peut souvent, dans ce cas, se dispenser du second satinage et par suite réaliser une réelle économie.

Au sortir de la presse *c* la feuille de papier se rend enfin dans la sécherie N.

Cette sécherie se compose d'un nombre variable de tambours à claire-voie. On peut en employer de 30 à 80. La feuille de papier circule successivement de l'un à l'autre de ces tambours sécheurs avant d'arriver à la machine à découper. Dans les tuyaux VV' situés en contre-bas, circule de la vapeur des-

©BIU Santé

tinée à chauffer l'air que mettent en mouvement les ventilateurs à ailettes renfermés dans les tambours T.

La feuille ainsi graduellement desséchée quitte enfin la sécherie pour se rendre souvent sur un sécheur de réserve O, puis finalement au coupeur mécanique. Le système de transmission qui fournit le mouvement à tout l'appareil est figuré en XXX.

Au sommet du bâtiment de la sécherie se trouvent des cheminées d'aérage, au centre desquels on peut très utilement installer nos aspirateurs insufflateurs à vapeur surchauffée que nous avons décrits ailleurs (1).

Bien que nous ayons été obligé dans cette description d'intervertir en partie l'ordre des opérations de la fabrication, puisque nous avons dû supposer la feuille déjà fabriquée et sortant de la machine à papier avant d'arriver à la cuve à colle, nous avons cru cependant devoir agir ainsi, pour décrire les opérations du collage dans leur ordre chronologique.

Nous allons maintenant reprendre la succession logique des opérations en parlant du collage végétal.

COLLAGE VÉGÉTAL

Les premiers essais du collage des pâtes en cuve datent du commencement du siècle.

Ce fut d'Arcet qui, le premier, proposa une formule pratique pour l'emploi d'une colle végétale. La composition de son mélange était la suivante pour 100 kilogrammes de pâte sèche :

	KIL.
	—
Fécule ou amidon	12
Résine dissoute dans 500 grammes de carbonate de soude	1
Eau	315

Mais les papiers ainsi fabriqués manquaient de ténacité ; d'Arcet modifia le dosage et indiqua :

	KIL.
	—
Pâte sèche	100
Colle de Flandre	4
Savon résineux	8
Alun	8

D'après Payen, le savon résineux se prépare en broyant et tamisant tout d'abord 150 kilogrammes de résine ou de colophane. Cette résine est traitée à chaud par une lessive caustique obtenue en mélangeant 75 kilogrammes de cristaux de soude, 375 kilogrammes d'eau et 12 kilogrammes de chaux. L'eau de lavage et de chauffage à la vapeur augmentent de 150 kilogrammes la proportion d'eau, et l'on obtient 750 kilogrammes de savon résineux après une demi-heure d'ébullition.

(1) Le *Sucre*, par Paul Charpentier (Encyclopédie chimique), p. 249.

©BIU Santé

Le savon ainsi préparé ne serait pas facilement délayable dans la pâte. Alors on en dissout 75 kilogrammes dans 500 kilogrammes d'eau tiède renfermant 20 kilogrammes de fécule, dont tous les grains se gonflent considérablement dans la solution amenée par un barbotage de vapeur à la température de l'ébullition.

Le liquide ainsi produit est introduit dans la pile même, et lorsqu'il y a séjourné un quart d'heure, on le mélange bien et on y ajoute une solution d'alun pour former une colle imperméable insoluble. Les proportions suivantes sont souvent employées :

Pour 50 kilogrammes de papier fin et 950 litres d'eau, on ajoute environ 37 litres de colle préparée que l'on précipite avec 2 kilogrammes d'alun.

Lorsque l'on veut produire des papiers plus fortement ou plus légèrement collés, on augmente ou on diminue les proportions précédentes.

D'après M. Planche, pour dissoudre 100 kilogrammes de colophane, on fait bouillir pendant 3 ou 4 heures dans 210 kilogrammes d'eau 16 kilogrammes de sel de soude à 80 degrés, avec 8 kilogrammes de chaux. On laisse déposer, on tire à clair, puis on met cette lessive caustique dans la chaudière destinée à faire le savon résineux. La résine concassée y est projetée peu à peu, en même temps on agite constamment avec une spatule et l'on fait bouillir jusqu'à parfaite dissolution pendant quatre ou cinq heures environ.

On doit chauffer avec précaution pendant les premières heures pour empêcher que le savon résineux ne monte par-dessus les bords de la chaudière.

Pour employer le savon résineux quand on n'y mélange pas de fécule, on en délaye une partie dans 20 parties d'eau chaude. On laisse déposer cette solution pendant une heure ou deux ; puis on la soutire au fur et à mesure quand on en a besoin.

Si l'on veut y mêler de la fécule, on soutire la dissolution de savon dans un cuvier placé au-dessous, puis on y mélange ensuite la fécule qui a dû être auparavant bien délayée dans l'eau tiède et passée au travers d'un tamis très fin.

Dès que la fécule est mêlée au savon résineux, on doit la faire bouillir pendant environ une demi-heure, en ayant soin de toujours spatuler.

La proportion de fécule ajoutée est ordinairement de 2 parties de fécule pour 3 parties de colophane, mais cette dernière proportion est variable suivant la qualité du papier.

Lorsque la pâte est bien imprégnée de colle, on la précipite avec de l'alun, comme nous l'avons précédemment indiqué.

On a proposé divers autres modes de collage végétal. Par exemple, M. Liesching affirme qu'il n'est pas indifférent d'employer d'abord l'alun, puis ensuite la résine. Il ajoute que l'encollage obtenu est bien meilleur si l'on emploie d'abord l'alun, pour ensuite le faire suivre par la colle de résine. Il paraît que la pénétration de l'alun dans les pores du papier se fait ainsi d'une façon plus complète.

Enfin, on a proposé l'emploi de la gomme-laque blanche et du borax. L'opération se fait de la façon suivante :

Dans une certaine quantité d'eau variable, chauffée à l'ébullition, on met 40 grammes de gomme-laque, que l'on remue bien avec une spatule en bois, puis on ajoute 8 grammes de borax, qui transforment la gomme-laque en colle.

©BIU Santé

Plus on met de borax plus la colle est liquide; le borax contribue à la faire pénétrer dans la pâte du papier.

Ordinairement 30 litres d'eau suffisent pour dissoudre 250 grammes de borax ajoutés à 1.200 grammes de gomme-laque. Cette colle une fois cuite se conserve longtemps sans altération.

On voit en résumé que plusieurs formules, plusieurs compositions sont employées pour le collage végétal. La préparation de la colle est généralement regardée par les fabricants comme une opération très importante ; chacun d'eux a sa manière de faire qu'il divulgue difficilement.

Quelquefois on emploie un collage mixte comprenant les proportions suivantes :

Gélatine	2
Fécule	4
Résine	2
Kaolin	2

La quantité de kaolin d'ailleurs peut être variable suivant la nature des pâtes et des papiers à fabriquer.

Il est généralement préférable de n'employer une colle qu'autant qu'elle est fabriquée depuis un certain temps.

Le sulfate d'alumine peut être avantageusement substitué à l'alun. Si l'alun est reconnu comme étant légèrement ferrugineux, on le purifie par l'addition d'une certaine quantité de cyanoferrure de potassium. Si la proportion de fer est trop forte, il faut renoncer à l'emploi de l'alun dans les papiers blancs ou teints de couleurs tendres.

La fécule employée doit être parfaitement blanche et pure. La fécule *verte* offre plus de garanties de propreté ; elle expose moins aux grumeaux qui forment tache sur le papier.

L'emploi de la fécule a pour objet de rapprocher et d'unir les fibres du papier, de le rendre plus dense, plus ferme et moins spongieux.

Les eaux séléniteuses s'opposent à la réussite de l'encollage. Les sels de chaux et quelques autres, en présence du savon résineux, échangent leurs acides et leurs bases, et donnent pour produit un précipité non collant qui ternit la blancheur du papier et augmente les difficultés ultérieures de la fabrication.

Dans ce cas, on peut employer le moyen que nous avons cité précédemment, c'est-à-dire verser l'alun le premier dans la pile.

L'emploi d'une dissolution de verre soluble est d'un très bon usage pour transformer les sels contenus dans les eaux douces en des composés incolores et sans action sur la colle résineuse, comme sur les matières colorantes.

Il arrive parfois que la colle fournit une grande quantité de mousse. La cause peut en être attribuée à la colle elle-même qui n'est pas assez cuite ou trop nouvellement faite, aux défilés mal lavés, à certaines couleurs dont la pâte est empreinte, enfin à la nature des eaux.

On peut remédier à cet inconvénient par l'addition dans la pile d'un peu d'huile d'œillette, mais il faut ne le faire qu'avec beaucoup de ménagements.

©BIU Santé

COLORATION DES PATES

Lorsque l'on veut fabriquer des papiers colorés, on procède à la coloration de la pâte dans la pile elle-même, soit dans la pile défileuse, soit dans la raffineuse.

Dans le premier cas, on teint le défilé par l'introduction des éléments qui réagissant ensuite entre eux, doivent produire la coloration.

Dans le second cas, on incorpore simplement à la pâte une couleur précipitée ou une terre ocreuse.

Les matières colorantes employées en papeterie se divisent donc en couleurs et matières tinctoriales.

Les couleurs, telles sont l'outremer et le charbon, ne peuvent généralement pas se fixer sur les fibres directement, il leur faut l'aide de certaines matières plastiques telles que la cire ou la résine.

Les matières tinctoriales au contraire se fixent sur les fibres soit par simple contact, soit par l'intermédiaire d'un corps auxiliaire, soit toujours grâce à une véritable combinaison chimique pour engendrer une ou plusieurs couleurs. Ces matières sont d'origine minérale ou organique.

Les matières colorantes organiques naturelles se rencontrent dans certaines racines, telles que celles du curcuma, de la garance, etc. Certaines tiges d'arbres en renferment en quantité considérable, telles sont les tiges des bois de Campèche, de Santal, de Fernambouc, de Quercitron. L'Indigotier renferme sa matière colorante dans les feuilles, le Carthame dans ses fleurs; certains insectes sont eux-mêmes une matière colorante, la Cochenille par exemple.

Quant aux matières colorantes minérales, on est obligé de les extraire de certains minéraux souvent à l'aide de réactions chimiques.

Un grand nombre de produits chimiques modifient la teinte des matières colorantes, et ces phénomènes sont souvent utilisés dans l'art de la teinture.

C'est ainsi qu'en général les matières colorantes sont décomposées par les bases concentrées, si ces dernières sont en dissolutions étendues la teinte peut être seulement modifiée.

Certains sels agissant sur les matières colorantes et se combinant avec elles servent à les fixer, on les nomme *mordants*. Leur rôle consiste à rendre insolubles et à faire déposer sur les filaments de pâte les couleurs solubles.

L'emploi du chlore a pour résultat de favoriser souvent la formation de certaines couleurs, mais employé en quantité suffisante il produit toujours une décoloration.

On comprend qu'avant d'ajouter à la pâte la matière qui doit lui donner sa couleur finale, on doit au préalable l'avoir parfaitement blanchie.

En général, les substances colorantes extraites des bois de teinture sont acides, les matières employées pour les fixer sont naturellement des oxydes métalliques pouvant fournir des sels insolubles.

L'industrie de la papeterie fait usage d'une grande variété de mordants, parmi lesquels les principaux sont l'alun, le sulfate d'alumine, l'acétate d'alumine, le protochlorure et le bichlorure d'étain, l'acétate et le sulfate de fer, les sels de cuivre, de chrome, de manganèse, etc.

©BIU Santé

Les laques sont des combinaisons de mordants avec les matières colorantes organiques.

La nature du mordant utilisé fait varier la couleur du composé insoluble formé; c'est ainsi que le campêche fournit avec le sulfate de cuivre un composé bleu, avec le sulfate de fer et le chromate de potasse acide un précipité gris ou noir, avec les sels d'étain un précipité violet, etc.

Ajoutons que les couleurs d'aniline fournissent maintenant à l'industrie de la papeterie des colorations nouvelles en quantités considérables.

Nous donnerons maintenant quelques indications sur les diverses couleurs usitées en papeterie, ainsi que sur la façon de les préparer.

Blanc. — Nous mentionnons seulement cette teinte ou réunion de toutes les couleurs. Les corps blancs employés dans l'industrie du papier ont surtout pour effet d'atténuer ou de modifier les autres couleurs. Les plus employés sont le sulfate de chaux et le kaolin.

On livre souvent le sulfate de chaux aux fabriques de papier sous le nom d'*annaline*. C'est un sulfate hydraté réduit en poudre très fine et dont la nuance n'est pas toujours blanche.

Ce produit est souvent recommandé pour remplacer le kaolin ou l'argile; on a dit qu'il restait en effet presque tout entier dans le papier lui-même, tandis que pour le kaolin on n'arrive qu'à fixer les 50 p. 100 de la matière employée. Mais cette assertion n'est pas exacte complètement.

L'analyse de papiers ainsi traités montre que l'on peut ajouter de 15 p. 100 à 20 p. 100 de plâtre à la pâte à papier, sans que la masse travaillée à grande eau retienne rien de plus que les matières étrangères insolubles contenues dans ce plâtre.

Avec moins d'eau et une grande quantité de gypse, on peut cependant obtenir un papier qui contienne une plus forte proportion de ce sel.

Lorsque l'on veut employer de l'*annaline*, on doit donc tenir compte de la solubilité de cette matière; et malgré les inconvénients que nous venons de signaler, on ne peut nier que, si la quantité ajoutée est convenable, le plâtre ne se soutienne mieux que le kaolin dans le papier, auquel il donne un plus bel aspect, et sur lequel les caractères sont moins sujets à se salir.

L'*annaline* est une poudre extrêmement fine, plus douce au toucher que le sulfate de chaux, même précipité chimiquement de solutions concentrées.

Bleu. — Malgré le grand soin que l'on prend pour blanchir les pâtes, celles-ci conservent le plus souvent une légère teinte jaune que l'on fait disparaître par l'addition d'une certaine quantité de bleu mélangé de rouge. Cette opération porte le nom d'azurage.

Lorsque l'on veut colorer la pâte en bleu accentué, on emploie le bleu de Prusse, le bleu d'aniline, le bleu de cobalt, ou le bleu d'outremer.

Bleu de Prusse. — Cette couleur sert ordinairement à colorer les papiers communs.

Lorsque l'on traite un sel de peroxyde de fer par le cyanoferrure de potas-

©BIU Santé

sium (prussiate jaune de potasse), on obtient un précipité d'un beau bleu, la réaction est la suivante :

$$2\,Fe^3\,Cl^3 + 3\,K^3\,Fe\,Cy^3 = 6\,KCl + Fe^7\,Cy^9.$$

Le bleu de Prusse $Fe^7\,Cy^9$ possède une belle couleur avec des reflets cuivrés. Cette substance est insoluble dans l'eau et dans l'alcool. Chauffée elle se décompose en fournissant de l'eau, du carbonate d'ammoniaque et du cyanhydrate d'ammoniaque. Les acides faibles ne l'attaquent pas. Les acides concentrés la décomposent.

L'acide oxalique dissout le bleu de Prusse et forme une belle encre bleue. La potasse le décompose en sesquioxyde de fer, et le cyanoferrure de potassium se régénère.

Pour préparer industriellement le bleu de Prusse, on commence par dissoudre 6 parties de sulfate de fer dans 15 parties d'eau, puis 6 parties de cyanoferrure de potassium également dans 15 parties d'eau, et l'on mélange les deux solutions.

On ajoute alors 20 parties d'acide chlorhydrique, puis une dissolution de chlorure de chaux qui donne alors un précipité bleu abondant, que l'on lave ensuite complètement.

Bleu d'aniline. — Ce bleu est soluble dans l'eau chaude. On filtre la solution sur un feutre très fin. Cette couleur est altérée par la lumière.

Bleu de cobalt. — Cette matière colorante se prépare en précipitant une dissolution de sulfate ou d'azotate de cobalt par du phosphate de potasse. D'autre part on précipite une dissolution d'alun par du carbonate de soude.

On mélange intimement les deux précipités gélatineux de phosphate de cobalt et d'alumine dans les proportions d'environ 3 parties de phosphate en volume, et 12 à 15 parties d'alumine.

Le mélange desséché est calciné dans un creuset, et transformé en une poudre d'une belle couleur bleue.

Afin de bien conserver à la matière sa couleur, on a soin de placer au fond du creuset une petite quantité d'oxyde de mercure qui produit une atmosphère d'oxygène, laquelle préserve l'oxyde de cobalt de toute réduction.

Bleu d'outremer. — L'outremer est d'un bleu vif dont l'intensité est variable depuis le bleu très clair jusqu'au bleu très foncé. Il résiste très bien à l'action de la lumière et des alcalis, ainsi qu'aux émanations sulfureuses. C'est donc une couleur précieuse.

Nous ne parlerons pas de l'outremer naturel, non plus des outremers colorés autrement qu'en bleu, car il existe des outremers violets, rosés, verts, rouges et même blancs.

L'outremer bleu préparé industriellement présente une composition variable généralement comprise entre les chiffres extrêmes suivants :

Silice	36 à 38 p. 100
Alumine	23 à 28 —
Soude	17 à 21 —
Soufre	4 à 13 —

©BIU Santé

Le soufre et l'alumine varient constamment en sens inverse l'un de l'autre. Lorsque le soufre augmente, la teinte de l'outremer est plus foncée.

La plupart des procédés de fabrication reposent sur la calcination en vase clos à la température du rouge cerise, de matières premières dont les proportions sont variables. Ainsi on peut employer l'un des dosages suivants :

Kaolin	37	37,5	37	31
Carbonate de soude sec	22	21,0	33	28
Sulfate de soude sec	15	14,0	0	0
Soufre	18	18,5	22	35
Charbon	8	9,0	4	3
Colophane	0	0,0	4	3
	100	100,0	100	100

Les outremers de diverses couleurs présentent des compositions fort différentes, comme le montrent les analyses suivantes :

	OUTREMER		
	VERT	BLEU	VIOLET
Silice	38,495	41,060	43,703
Alumine	33,152	26,078	23,850
Soude	14,135	13,597	14,975
Potasse	0,506	0,000	0,000
Acide sulfurique	0,731	1,250	2,193
Acide sulfureux	0,427	0,883	1,669
Acide hyposulfureux	0,000	0,703	3,805
Monosulfure de sodium	9,063	7,452	2,841
Soufre libre	4,191	8,977	6,964
	100,000	100,000	100,000

Généralement pour obtenir l'outremer bleu, on est forcé de passer par l'outremer vert, que l'on calcine ensuite avec ménagement à l'air libre.

L'emploi de l'outremer dans la coloration des pâtes oblige à certaines précautions que nous signalerons.

L'outremer est insoluble dans l'eau, il ne fait que s'y diviser. Quelque fin qu'il soit, et souvent même par suite d'un excès de finesse, il se pelotonne pour ainsi dire, et forme de petites boules retenues extérieurement par le liquide et qui, ne se délayant pas dans la pile à cylindre, s'écrasent sur le papier. De là ces feuilles toutes parsemées qu'on appelle feuilles piquées.

Pour remédier à cet inconvénient, il suffit de placer l'outremer dans un baquet puis après l'avoir arrosé d'eau, de le malaxer ou de le travailler avec une spatule jusqu'à ce que le tout ait formé une pâte homogène, sans grains ni grumeaux, et qu'on liquéfie successivement.

On verse ensuite dans un second bac en filtrant au travers d'une flanelle, ou mieux encore au travers d'un double sac, puis on ajoute de l'eau jusqu'à ce que cette dernière sorte claire.

On lave les sacs, puis après les avoir placés au-dessus de la pile, on répète l'opération en ayant soin de ne pas presser avec la main, afin de ne pas forcer la sortie des globules qui auraient pu résister aux opérations précédentes et qui restent dans le double sac où ils finissent par se délayer.

©BIU Santé

La pâte, spatulée immédiatement, s'imprègne également de couleur, prend une teinte uniforme bleu azur, et donne un papier sans marque ni piqûre.

Jaunes. — Les couleurs jaunes s'obtiennent soit avec des graines ou des extraits de bois colorants, soit avec des combinaisons minérales.

Dans le premier cas on peut faire des couleurs jaunes par la décoction prolongée des graines de Perse ou d'Avignon, des bois jaunes, de quercitron, de gaude, de fustel, de curcuma ou de rocou, dans l'eau pure ou aiguisée par de la soude, de la potasse ou des carbonates alcalins.

Graine de Perse. — La décoction de graine de Perse dans l'eau pure donne lieu à un jaune serin plus ou moins foncé, suivant la quantité de graine que l'on emploie.

Avec addition d'alun, cette couleur devient plus vive et plus intense.

Avec addition de carbonate alcalin, elle tourne à l'orangé.

Avec un mélange successif d'alun et de carbonate de soude, on obtient un précipité orangé très abondant, suspendu dans une eau saline incolore, lorsque la proportion de ces sels est de 190 grammes d'alun et 115 grammes de carbonate de soude pour 4 litres de liquide; ces quantités sont variables suivant le poids de la graine employée, et suivant l'intensité de la couleur que l'on veut obtenir.

Avec le chlorure d'étain et les mêmes carbonates alcalins, on obtient un précipité jaune serin très abondant.

Graine d'Avignon. — La graine d'Avignon bouillie dans l'eau donne naissance à un liquide coloré qui se comporte avec les réactifs comme la graine de Perse.

Avec le carbonate de soude et l'alun, ce liquide forme une espèce de gelée couleur orange foncé, si les proportions ne sont pas bien observées, et un précipité très abondant de flocons jaunes orangés, si l'alun et le carbonate de soude sont en proportions suffisantes pour précipiter toute la matière colorante de son eau de teinture.

Avec le chlorure d'étain et les carbonates alcalins, on obtient un précipité abondant jaune clair.

Bois jaune. — Le *morus tinctoria* fournit par décoction un liquide coloré qui, traité successivement par les réactifs, donne :

Un léger précipité jaune floconneux avec les alcalis et surtout avec le carbonate de soude ;

Un léger précipité jaune orangé clair par le chlorure d'étain, devenant plus épais et blanc jaunâtre par addition de carbonate de soude;

Un abondant précipité couleur ocre jaune, par la colle de peau ou de poisson ;

Un précipité abondant avec l'alun et le carbonate de soude.

Quercitron. — Le *Quercus tinctoria* en poudre donne par décoction une liqueur d'un rouge jaunâtre que :

L'eau de chaux précipite en jaune brun ;

Le chlorure d'étain et le carbonate de soude précipitent en jaune verdâtre;

L'alun et le carbonate de soude précipitent en jaune rougeâtre mélangé d'un peu de vert.

©BIU Santé

Curcuma. — La racine du curcuma donne par ébullition, dans une eau alcaline, une couleur jaune rouge foncée, que l'on précipite facilement par les acides. L'alun et le chlorure d'étain précipitent en rouge brique.

Gaude. — La décoction de gaude, aussi concentrée que possible, forme avec l'alun et le carbonate de soude un précipité abondant jaune verdâtre.

Avec le chlorure d'étain, un précipité jaune verdâtre abondant.

Avec l'acétate d'alumine, un précipité jaune clair très beau.

La potasse, la soude et l'ammoniaque produisent un bain jaune serin très beau.

Rocou. — Le rocou en poudre ou en pâte donne à l'alcool une couleur orangée magnifique. Une fois épuisé par ce liquide bouillant, le rocou cède facilement à l'eau alcaline le principe rouge brun qu'il contient, accompagné d'un peu de jaune.

Lorsque l'on a séparé la matière colorante orangée de la matière rouge, il est facile de la précipiter de l'alcool qui la tient en dissolution, soit par l'eau, soit par l'alun seul, soit par l'alun et le carbonate de soude. Ce dernier procédé donne une laque d'un ton plus clair.

Dans tous les cas, la laque de rocou est très riche et peut être employée pour remplacer la mine orange minérale.

Le rocou, ainsi traité par l'alcool, contient encore une substance colorante rouge marron, que l'on peut obtenir en faisant bouillir ce résidu dans de l'eau renfermant de la soude ou de la potasse jusqu'à épuisement. On précipite ensuite par un acide, l'acide chlorhydrique par exemple, et l'on en obtient une matière rouge marron que l'on peut sécher pour l'employer ensuite.

D'autres teintes jaunes sont obtenues de la façon suivante :

Jaune d'or. — On dissout 5 kilogrammes de sucre de plomb (sous-acétate de plomb) dans 20 litres d'eau bouillante. Puis on ajoute 1 kilogramme de chromate acide de potasse et 2 kilogrammes de rouge de Venise.

Le tout est collé, puis additionné de 225 grammes orange A et 7 kilogrammes d'alun poreux.

Les quantités précédentes peuvent être utilement employées pour 160 kilogrammes de pâte renfermant 75 p. 100 de chiffons de pays bien blanchis, et 25 p. 100 de pâte de bois chimique.

Jaune paille. — On dissout 1.700 grammes de chromate acide de potasse dans 10 litres d'eau bouillante, puis on verse cette dissolution dans le bac à pâte. On ajoute ensuite 500 grammes de sucre de plomb en poudre, 60 grammes de bleu d'outremer et 7 kilogrammes d'alun poreux, puis on colle.

Ces proportions sont bonnes pour la coloration de 135 kilogrammes de pâte comprenant 75 p. 100 de chiffons de pays mélangés, et 25 p. 100 de mauvais chiffons.

Jaune paille clair. — Dans ce cas, pour 180 kilogrammes de pâte comprenant 50 p. 100 chiffons mélangés et 50 p. chiffons de rebut, on emploie les matières suivantes :

©BIU Santé

On dissout dans 10 litres d'eau bouillante 350 grammes de chromate acide de potasse, auquel on ajoute 750 grammes de sucre de plomb également dissous dans 10 litres d'eau. On verse dans le bac à pâte, puis on ajoute 9 kilogrammes d'alun, et l'on colle.

Jaune canarie. — Pour cette teinte on dissout 900 grammes de chromate acide de potasse dans 10 litres d'eau bouillante, auxquels on ajoute 2.750 grammes de sucre de plomb brun, dissous également dans 10 litres d'eau bouillante. On verse dans le bac à pâte, puis on ajoute 7 grammes de bleu soluble et 9 kilogrammes d'alun, et l'on colle.

Ces proportions sont convenables pour la coloration de 180 kilogrammes de pâte composée de 50 p. 100 de chiffons de pays mélangés avec 50 p. 100 de chiffons de rebut.

Le jaune *canarie* s'obtient encore en dissolvant dans une grande quantité d'eau 10 parties de chromate acide de potasse avec 22 parties d'acétate de plomb.

Pour avoir la nuance *citron*, on remplace l'acétate par le pyrolignite de plomb.

Le jaune *bouton d'or* s'obtient également en dissolvant dans l'eau chaude 10 parties de chromate acide de potasse auxquels on ajoute une dissolution renfermant 20 parties de pyrolignite de plomb.

Pour le jaune *souci*, les 10 parties dissoutes de chromate acide de potasse sont ramenées à l'état neutre par une addition de soude; on leur ajoute une dissolution très chaude renfermant 18 parties d'azotate de plomb.

Ces diverses teintes s'obtiennent facilement à la condition de verser le sel de plomb dans le chromate de potasse, de façon que la liqueur conserve toujours un petit excès de chrome.

Jaune orange I. — Pour obtenir cette couleur, on dissout 2.750 grammes de chromate acide de potasse dans 10 litres d'eau bouillante, puis on y ajoute une dissolution renfermant 5.500 grammes d'acétate de plomb. On verse dans le bac et l'on ajoute 1.150 grammes de mine-orange (minium particulier), 450 grammes de rouge de Venise et 9 kilogrammes d'alun, puis on colle.

Ces proportions doivent être employées pour 180 kilogrammes de pâte de même composition que les précédentes.

Jaune orange II. — Pour cette teinte, on devra dissoudre 5.500 grammes d'azotate de plomb dans 20 litres d'eau bouillante, y ajouter 3.500 grammes de chromate acide de potasse dissous également dans 20 litres d'eau, puis verser le tout dans le bac à pâte, avec 4.500 grammes de mine-orange et 1.500 grammes d'alun.

Cette composition conviendra bien pour 225 kilogrammes de pâte renfermant 50 p. 100 de rognures blanches, 45 p. 100 de paille blanchie et 5 p. 100 de pâte de bois.

Jaune orange chamois. — Dans ce cas, on peut dissoudre dans 10 litres d'eau bouillante 2.750 grammes de chromate acide de potasse auxquels on ajoute 3.750 grammes d'acétate de plomb dissous dans 10 litres d'eau bouillante.

©BIU Santé

Le tout, versé dans le bac à pâte, est additionné de 6.375 grammes de rouge de Venise et de 9 kilogrammes d'alun.

On peut également employer un mélange comprenant 85 parties de sulfate de fer et 100 parties de cristaux de soude, auxquels on ajoute une dissolution de chlorure de chaux en quantité suffisante pour faire virer la couleur du vert au jaune.

Enfin, le dosage suivant peut être utilisé :

Sulfate de fer (vitriol vert).	1.000 grammes.
Rocou.	350 —
Potasse.	2.250 —

Rouge et violet. — Comme pour les nuances jaunes, nous donnerons tout d'abord les laques obtenues à l'aide des substances végétales.

Ces laques, en général, sont lavées à grande eau, séchées à l'ombre dans un courant d'air sec, puis mises de côté pour servir quand on en a besoin.

La transformation en laques s'obtient ordinairement par le mélange des couleurs avec le *blanc français;* elles ont l'avantage, souvent très important, d'être inoffensives et non toxiques.

Bois d'Inde. — La décoction de bois d'Inde est d'un beau rouge sang. L'acide sulfurique la fait passer au rouge carmin et produit un léger précipité de cette nuance.

L'acide azotique en petite quantité produit un précipité orangé vif; en plus grande quantité, il donne une couleur carminée.

Le chlorure d'étain précipite en violet.

L'alun et le carbonate de soude dans la proportion de 20 grammes pour le premier et 24 grammes pour le second, produisent une laque violette très abondante.

Fernambouc. — La décoction concentrée de fernambouc donne lieu à des laques dont les teintes varient avec les réactifs.

L'alun et le carbonate de soude forment un précipité d'un beau rouge un peu violacé.

Le chlorure d'étain donne lieu à un rouge foncé très vif.

La solution d'étain dans l'acide sulfurique forme un précipité semblable au précédent, mais encore plus vif.

Ces laques, combinées au blanc français dans des proportions variables, produisent des rouges et des roses très riches.

Les eaux de filtration du fernambouc, traitées par l'alun et le carbonate de soude lorsqu'elles sont encore colorées, donnent un très beau précipité lilas clair avec le chlorure d'étain et le carbonate de soude.

Bois de Brésil. — Les bois de Brésil donnent par décoction un liquide très coloré et d'un beau rouge.

Traités par l'alun et le carbonate de soude, ils laissent déposer un abondant précipité d'un très beau rouge violet.

Santal. — Le bois de santal cède assez facilement sa matière colorante à l'eau aiguisée de soude ou de potasse; aussi peut-elle être facilement séparée

©BIU Santé

au moyen d'un acide. Cette matière, plus légère que l'eau, vient à la surface sous forme de flocons dont le rouge est un peu sombre et tire sur le marron.

Cochenille. — Pour la préparation du carmin de cochenille, on peut employer l'une des méthodes suivantes :

On fait bouillir pendant environ trente minutes :

Cochenille naturelle	1 kilogramme.
Soude	160 grammes.
Eau	39 kilogrammes.

Puis on ajoute 50 grammes d'alun pur et 10 grammes de crème de tartre.

L'agitation fait virer la couleur du mélange qui, d'abord violet, devient rose, puis rouge très vif.

On décante ensuite la liqueur, puis on lui ajoute quatre blancs d'œufs battus. Le carmin flotte alors en flocons; sinon on chauffe. Après décantation et dessiccation, on obtient 30 grammes de carmin.

La liqueur décantée est de nouveau chauffée à l'ébullition, additionnée de blancs d'œufs comme précédemment; elle donne dans les mêmes conditions environ 25 grammes de carmin de seconde qualité.

On peut aussi traiter 1 kilogramme de cochenille par 20 kilogrammes d'eau légèrement alcaline. Après trois décantations fournissant 60 kilogrammes de liquide, on précipite avec 830 grammes de bichlorure d'étain cristallisé, on laisse reposer pusieurs jours la liqueur qui est décantée, et le précipité coloré est soumis à des lavages répétés.

La couleur *rouge carmin* peut aussi s'obtenir avec 2.500 grammes d'alun et 650 grammes de safranine.

Un rouge *carmin* plus solide avec 4.500 grammes d'alun, 10 kilogrammes de fernambouc et 350 grammes de safranine.

Le rouge *cramoisi* avec 2.250 grammes d'alun et 570 grammes de fuchsine.

Le rouge *cramoisi* très solide avec 3.500 grammes d'alun, 9 kilogrammes de fernambouc et 300 grammes de fuchsine.

Pour le *rose pur*, on ajoute à 400 grammes de safran 230 grammes d'acide tartrique ou citrique.

Vert. — Cette couleur s'obtient tout naturellement en mélangeant le bleu et le jaune.

Le *vert feuille* se fabrique au moyen du mélange suivant :

Sulfate d'alumine	3.500 grammes.
Bois de Cuba	7.000 —
Extrait d'indigo	3.500 —
Vert méthyle jaunâtre	60 —
Acide picrique	50 —

Pour le *vert olive foncé :*

©BIU Santé

Alun	3.000 grammes.
Carmin d'indigo	450 —
Acide sulfurique	120 —
Sulfate de cuivre	625 —
Chromate rouge de potasse	625 —
Cachou	8 —
Quercitron	10 —

Le tout est chauffé à 50 degrés.

Vert foncé pour emballage :

	DE	A	
Sulfate d'alumine	4.000	5.000	grammes.
Bleu de Paris	2.000	3.000	—
Extrait de bois jaune	2.000	3.500	—
Vert méthyle	350	600	—

Le bleu de Paris peut être remplacé par le bleu de Prusse.

Enfin, nous terminerons ce point spécial par l'indication des divers dosages généralement employés pour obtenir les couleurs suivantes :

Brun bronze :

Cachou	500 grammes.
Sulfate de cuivre	250 —
Sumac	2.000 —
Sulfate de fer	2.000 —

On chauffe, puis on ajoute :

Chromate acide de potasse	750 grammes.
Extrait de campêche	50 —

Gris verdâtre :

Sumac	3.000 grammes.
Extrait de campêche	150 —

On chauffe à 60 degrés, puis on ajoute :

Sulfate de fer	1 400 grammes.
Sulfate d'alumine	1.500 —
Extrait de bois jaune	150 —

Noir foncé. — Dans la pâte, on ajoute tout d'abord :

Extrait de campêche de première qualité	3.000 grammes.
Extrait de bois jaune	1.000 —

Puis on chauffe à 60 degrés, et l'on ajoute :

Chromate acide de potasse	600 grammes.
Sulfate de cuivre	600 —

On laisse égoutter durant plusieurs jours, on lave au cylindre complètement, puis les proportions suivantes sont ajoutées :

Extrait de campêche	3.000 grammes.
Extrait de bois jaune	1.250 —

Le tout est chauffé à 60 degrés, puis additionné de :

Chromate acide de potasse	600 grammes.
Sulfate de cuivre	600 —

©BIU Santé

INFLUENCE DE LA LUMIÈRE ET DE LA COMPOSITION DE LA PATE SUR LES MATIÈRES COLORANTES

Il est intéressant de connaître l'influence que peuvent avoir les diverses pâtes à papier sur les matières colorantes :

D'après ce que nous avons dit précédemment, on peut diviser les matières colorantes en quatre classes :

Les ocres;
Les couleurs à base de sels métalliques;
Les couleurs végétales;
Les couleurs dérivées du goudron de houille.

Le degré de sensibilité d'une couleur à la lumière varie avec la qualité du papier et avec les proportions relatives de la matière colorante. Cette sensibilité est beaucoup plus grande pour les papiers que pour les tissus.

Les couleurs s'altèrent plus rapidement dans les papiers à pâte de bois que dans ceux à pâte de chiffons, car les premiers absorbent moins de matières colorantes que les seconds.

Ce sont les papiers de chiffons qui conservent le mieux les belles couleurs d'impression. Le ton de ces papiers s'altère à peine après une longue exposition, les couleurs d'impression s'y fixent très bien, même sur les qualités très faiblement calendrées. L'encre peut être employée en excès sans que l'impression paraisse surchargée.

La présence de bois mécanique dans un papier amène infailliblement l'altération de toutes les matières colorantes. Non seulement la lumière solaire, mais toute autre lumière renfermant des rayons chimiquement actifs agit sur ce papier.

A la lumière solaire directe, l'effet se produit en quelques jours; à la lumière diffuse, il est aussi certain mais plus lent. Le blanc de plomb lui-même et le noir de fumée s'altèrent à la lumière sur papier à pâte de bois.

Plus les couleurs sont foncées, moins elles sont sensibles à la lumière.

Enfin, lorsque l'on mélange des matières colorantes, il faut avoir le soin de choisir des couleurs de même sensibilité à la lumière surtout avec le papier à pâte de bois, sinon l'effet obtenu ne se maintient pas longtemps.

TRAVAIL SPÉCIAL DE LA MACHINE

Nous avons dit précédemment que le papier était fabriqué soit à la cuve ou à la main, soit à la machine.

Bien que la fabrication à la cuve ait naturellement précédé celle à la machine, nous avons dû, pour nous conformer à l'esprit du programme que nous nous étions fixé, commencer par décrire la seconde fabrication; le procédé dit à la cuve ou à la main n'est en effet, pour ainsi dire, plus employé, ou du moins, s'il l'est encore, ce n'est que dans des cas tout particuliers, pour confectionner des papiers spéciaux, sur lesquels d'ailleurs nous donnerons quelques détails un peu plus loin.

©BIU Santé

Nous avons, au commencement de cette étude, résumé en quelques mots les divers faits historiques relatifs à la machine à papier, nous n'y reviendrons pas; mais avant d'entreprendre l'étude et la description de la machine à papier telle qu'elle est employée aujourd'hui, nous donnerons quelques détails sur celles qui étaient en usage il y a un demi-siècle; on pourra apprécier ainsi plus aisément les progrès qui ont été réalisés.

Mais auparavant reprenons la suite des opérations au point où nous les avons laissées.

La pâte est terminée, collée et colorée; il s'agit de la transformer en papier. Elle est d'abord envoyée des raffineuses dans de grands réservoirs placés en tête de la machine à papier.

Ces réservoirs, généralement au nombre de deux, figure 51, sont de capacité variable; cette capacité peut atteindre 25 mètres cubes.

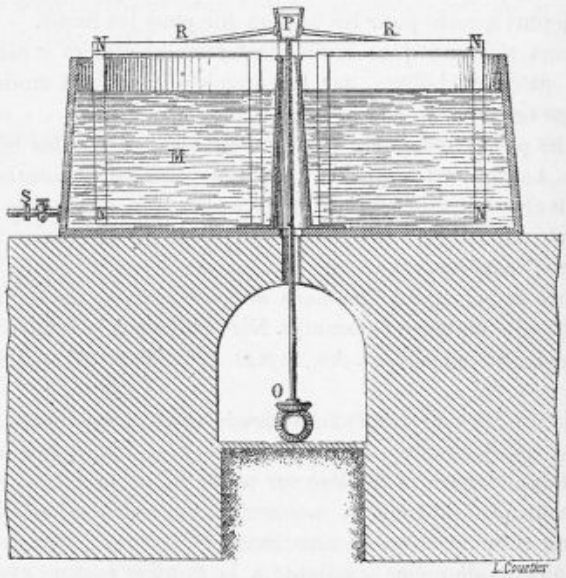


Fig. 51.

Chacun de ces réservoirs ou cuve M est muni d'un agitateur N monté sur un axe vertical OP qui tourne sans cesse et brasse la pâte en régularisant sa densité. En P se trouve un petit réservoir recevant un filet d'eau qu'il distribue en tournant avec l'axe sur les bras de l'agitateur par le tube PR afin de nettoyer continuellement cet agitateur.

La matière bien mélangée s'écoule par le robinet S.

L'homogénéité des pâtes est quelquefois difficile à maintenir dans ces réservoirs. On remédie à cet inconvénient en employant l'air comprimé comme moyen d'agitation.

L'appareil utilisé dans ce cas se compose d'une cuve cylindrique à fond hémisphérique muni de cloisons ou côtes rayonnantes. Deux tuyaux concen-

©BIU Santé

triques, placés verticalement dans l'axe de la cuve, amènent la pâte et l'air comprimé.

Ces deux tuyaux s'évasent en s'approchant du fond hémisphérique et prennent la forme de deux pavillons de cor de chasse emboîtés l'un dans l'autre.

Le tube central, celui qui amène l'air, s'arrête à une petite distance du fond, tandis que le tube extérieur, celui qui distribue la pâte, se termine un peu plus haut. Enfin un cône en métal, légèrement isolé du fond hémisphérique, pénètre dans le pavillon central en laissant à la sortie de l'air une ouverture annulaire.

Il résulte de cette disposition que la pâte, en descendant du tube extérieur, passe devant cette ouverture annulaire et subit l'action du courant d'air qui la soulève et la mélange parfaitement en la forçant à parcourir, au sein du liquide qui la tient en suspension, un trajet assez long pour venir se rendre ensuite à l'embouchure du tuyau de sortie placé dans l'axe de la cuve immédiatement au-dessous du cône qui remplit le tube central.

Pour la mise en mouvement de l'air d'agitation, on peut faire usage de nos aspirateurs insufflateurs que nous avons décrits ailleurs.

Dans les premiers temps de la machine à papier, la pâte se rendait directement des cuves sur la grande pièce appelée *sablier*. Mais on ne pouvait remédier à la pression exercée par le liquide lui-même, ni épuiser un écoulement commençant avec une pression de 3 mètres et se terminant avec une pression de 3 centimètres. On remédie actuellement à ce défaut par un grand nombre de régulateurs.

On emploie, par exemple, un petit cuvier régulateur, également muni d'un agitateur à rotation constante, dans lequel on fait arriver la pâte. Du cuvier régulateur la pâte s'engage dans un canal ouvert débouchant sur un réservoir large d'environ 2 mètres.

Ce canal reçoit en même temps les eaux de fabrication provenant de l'égouttage de la pâte, résidu autrefois perdu et contenant encore une très grande proportion de fibres utilisables. Cette eau se mêle à la pâte et la rend moins épaisse.

Au fond du canal, qui a tout au plus 3 centimètres de profondeur, sont disposées, de distance en distance, des lamelles de cuivre légèrement couchées à contre-courant, qui arrêtent au passage tous les sables, graviers et autres corps lourds que la pâte renferme quelquefois.

La partie large du sablier est également recouverte de ces lames qui se chargent des lourdes impuretés. Les impuretés légères sont retenues par deux tamis à lames de cuivre nommés *épurateurs*, sur lesquels nous reviendrons lorsque nous aurons parlé, comme nous venons de le dire précédemment, des premières machines à papier employées il y a une cinquantaine d'années.

De toutes les inventions modernes, la machine à papier continu peut certainement être considérée comme une des plus belles.

Nous avons dit que l'invention de cette machine était une invention française qui malheureusement, comme presque toutes les inventions françaises, eut besoin du baptême anglais avant d'être appréciée et exploitée dans notre pays.

Les premières machines à fabriquer le papier continu n'avaient pas de

©BIU Santé

cylindres sécheurs. Le papier arrivait mouillé sur le dévidoir, de là il était porté aux étendoirs pour y être séché comme les papiers à la main.

Peu de temps après, des cylindres en cuivre rouge laminé, à 2 ou 3 millimètres d'épaisseur, furent placés à la suite de la machine. Leur marche était réglée suivant celle des premières presses. De la vapeur à basse pression y était introduite par leur axe, le papier roulait sur leur surface, et tout en se rendant vers les dévidoirs il séchait.

Ce mode de faire fut une amélioration notable; mais comme le papier qui en provenait était froncé, on chercha mieux.

C'est alors que des cylindres en fonte de fer, de grandes dimensions et d'une exécution très difficile, prirent la place des cylindres en cuivre.

Dès lors les papiers séchés par ce nouveau moyen présentèrent des surfaces unies, et la fabrication entra dans la phase réellement industrielle.

ANCIENNE MACHINE A PAPIER

La machine à papier, telle qu'elle fonctionnait en France en 1840, est représentée figures 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58.

La figure 52 est une élévation longitudinale de la machine.

La figure 53 en est le plan.

Cette machine comprenait les pièces suivantes :

mm Bâtis en fonte supportant le cylindre-forme, son auge en cuivre et divers cylindres qui dirigeaient le feutre sans fin.

n Auge en cuivre laminé, ayant d'un côté une cloison ou double fond *n'* (fig. 56), sous laquelle était amenée la pâte à papier délayée dans l'eau.

o Auge en cuivre dans laquelle on amenait, pour certaines qualités de papier, un filet d'eau claire qui se déversait sur toute la largeur de l'auge *n*, en avant du cylindre-forme.

p Cylindre-forme en laiton sur lequel se faisait le papier.

Ce cylindre, recouvert de toile métallique vélin ou vergeure, se composait de deux croisillons réunis entre eux par 26 traverses qui supportaient des lames circulaires en cuivre espacées de 2 centimètres.

C'est sur ces cercles que reposait la toile métallique. Pour la monter sur le cylindre, on abaissait un segment *p'* de ce dernier, mobile dans une coulisse. Ensuite on y passait la toile et on la tendait en remettant le segment en place et en le fixant par des vis.

La figure 54 est le plan d'une série de quatre cylindres creux en cuivre dans l'intérieur desquels on introduisait de la vapeur.

Ils étaient destinés à sécher le papier qui s'y enroulait au sortir de la machine. L'un des cylindres est vu en coupe horizontale.

L'appareil à sécher, complet, se composait de 16 à 18 cylindres.

La figure 55 montre les mêmes cylindres vus par le bout.

La figure 56 est une coupe verticale et longitudinale du cylindre-forme, de l'auge dans laquelle il plonge, et d'une partie de la cuve à pâte, contenant un agitateur et un épurateur.

©BIU Santé

La figure 57 est le cylindre-forme vu en plan et dégarni de sa toile métallique.

La figure 58 représente l'un des cylindres enrouleurs.

La largeur du papier se déterminait sur le cylindre-forme par deux bandes de laiton très mince, serrées sur les bords de la toile métallique, et dont les deux bouts étaient soudés ensemble.

Le papier ne pouvant se former sur aucune partie de la toile métallique, recouverte d'un corps capable d'intercepter le passage de l'eau, il devenait facile de fabriquer des papiers de toutes les largeurs voulues, ou même de l'obtenir en bandes ou en feuilles, en fixant sur le cylindre-forme des cercles ou des bandes transversales en métal, et même des rubans en fil de lin d'un tissu serré.

q était une plaque en cuivre laminé fermant le cylindre d'un côté. De l'autre côté le cylindre était ouvert et communiquait au moyen d'une boîte à friction dite boîte hydraulique avec une auge en bois *r* qui recevait l'eau de l'intérieur du cylindre-forme au travers de l'ouverture *s*.

t Robinet servant à faire écouler le superflu de l'eau sortant du cylindre-forme.

u Vanne destinée à régler l'écoulement de l'eau sortant de la forme pour se rendre sous la roue *v*.

a Tuyau qui amène la pâte à papier.

b Robinet pour régler l'admission de la pâte dans l'auge *r'*.

c Roue à élever et à battre la pâte à papier.

d Conduit qui dirigeait l'eau mêlée de pâte à papier, de la roue *v* dans la grande auge en bois *e*, doublée de plomb. C'est dans cette auge que se logeaient l'épurateur de pâte et l'agitateur *f* faisant 40 tours par minute.

g Tuyau en cuivre percé d'une rangée de petits trous, au travers desquels l'eau était projetée sur la toile métallique pour la laver et la nettoyer.

g' Petit chéneau en cuivre formant trop-plein dans l'auge *n* et déversant dans l'auge *r*.

h Robinet fournissant un filet d'eau autour de la boîte hydraulique dans laquelle tournait le cylindre-forme.

i Ouverture percée dans l'auge *n* établissant la communication entre l'intérieur du cylindre-forme et l'auge *r*.

jj Leviers dont le centre de mouvement est en *j'* et le long desquels glissaient les chapes de 3 rouleaux en bois 1, 2, 7, dirigeant le feutre sans fin.

Le rouleau 1 appelé *coucheur* était enveloppé de plusieurs tours de feutre, afin d'exercer une pression élastique sur le cylindre-forme *p*.

kk Poids suspendus à l'extrémité des leviers *jj* et tendant à faire appuyer le rouleau 1 sur le cylindre-forme.

ll Feutre sans fin dirigé par les rouleaux 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7, marchant dans le sens indiqué par les flèches et imprimant le mouvement de rotation au cylindre-forme.

Le rouleau 4, monté sur un support à coulant qu'on faisait descendre à l'aide de la vis *l'*, servait à tendre le feutre.

xx Première presse composée de deux cylindres, menant le feutre *ll* et recevant le papier venant du cylindre-forme pour le transmettre au second feutre.

yy Seconde presse composée également de deux cylindres.

y'y' Râcles des cylindres supérieurs des deux presses.

zz Vis pour serrer l'un contre l'autre les cylindres des deux presses.

z'z' Bâtis en fonte supportant les deux presses, les cylindres dirigeant le second feutre et les cylindres enrouleurs.

©BIU Santé

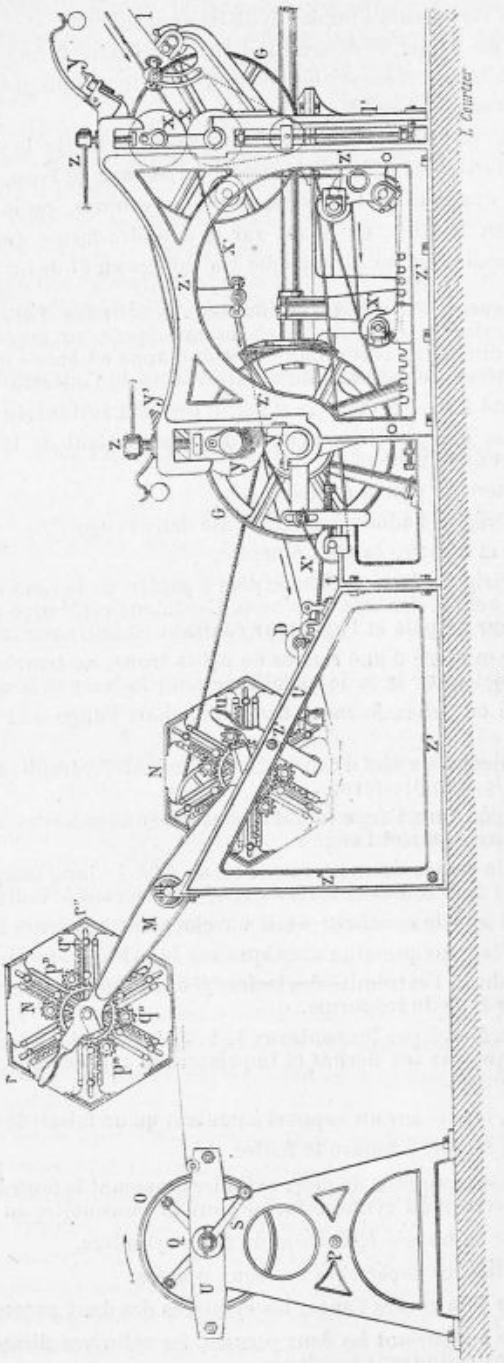


Fig. 52.

©BIU Santé

x x' Feutre sans fin plus épais que le feutre *l* et amenant le papier sous la deuxième presse, dirigé par les rouleaux en bois 8, 9, 10, 11 et 12, et se mouvant dans le sens indiqué par les flèches.

Le rouleau 11 était monté sur un support à coulant servant à tendre le feutre *x'*.

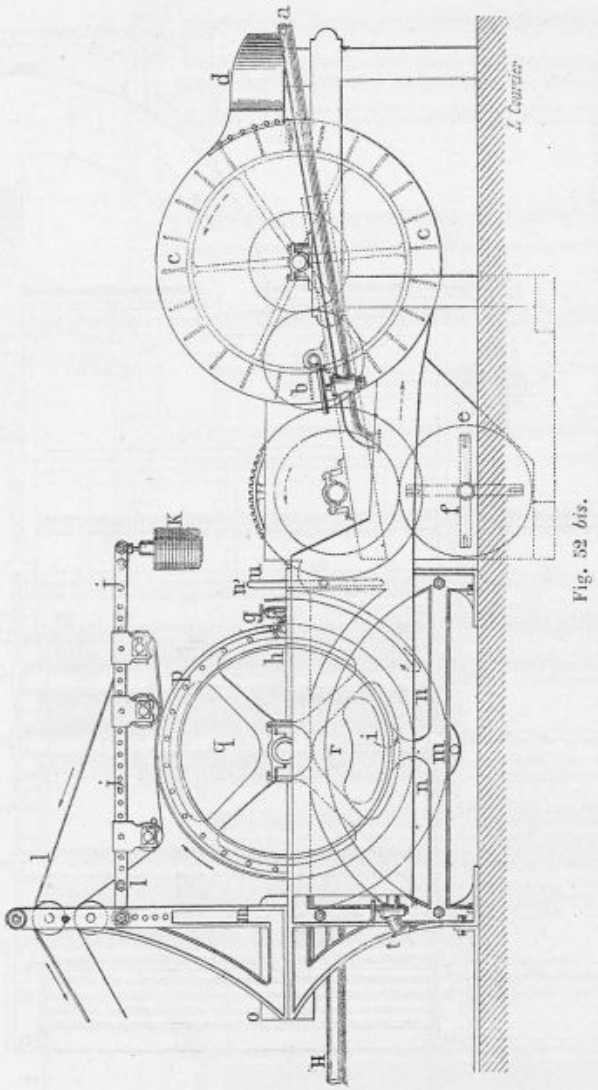


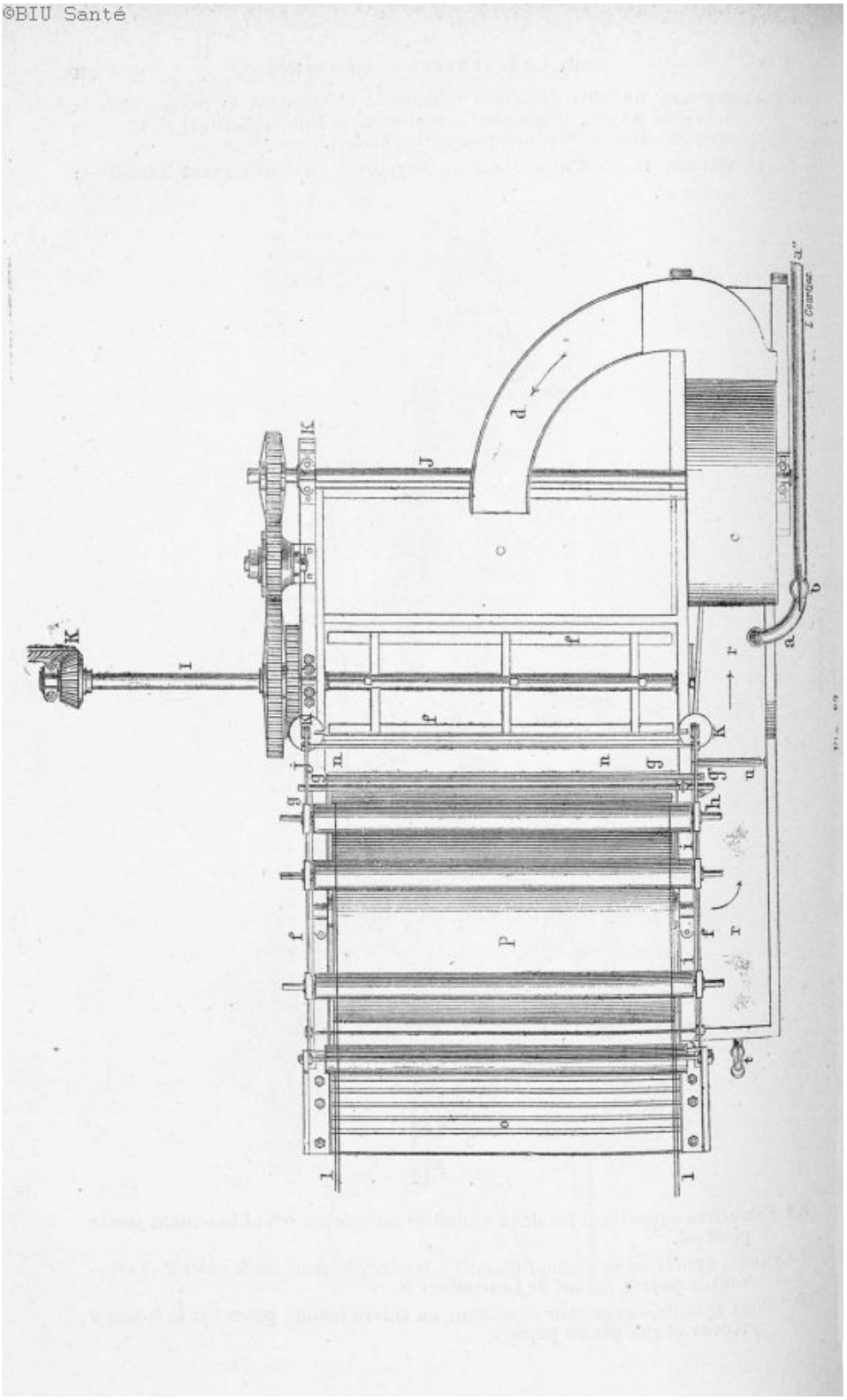
Fig. 52 *bis*.

MM Balanciers supportant les deux cylindres enrouleurs NN et basculant sur le pivot *m'*.

O Cylindre apprêteur et sécheur en cuivre laminé, disposé sur le bâtis P et recevant le papier venant de l'enrouleur N.

O'O' Deux cylindres apprêteur et sécheur en cuivre laminé posés sur le tuyau à vapeur et chargés de papier.

©BIU Santé



©BIU Santé

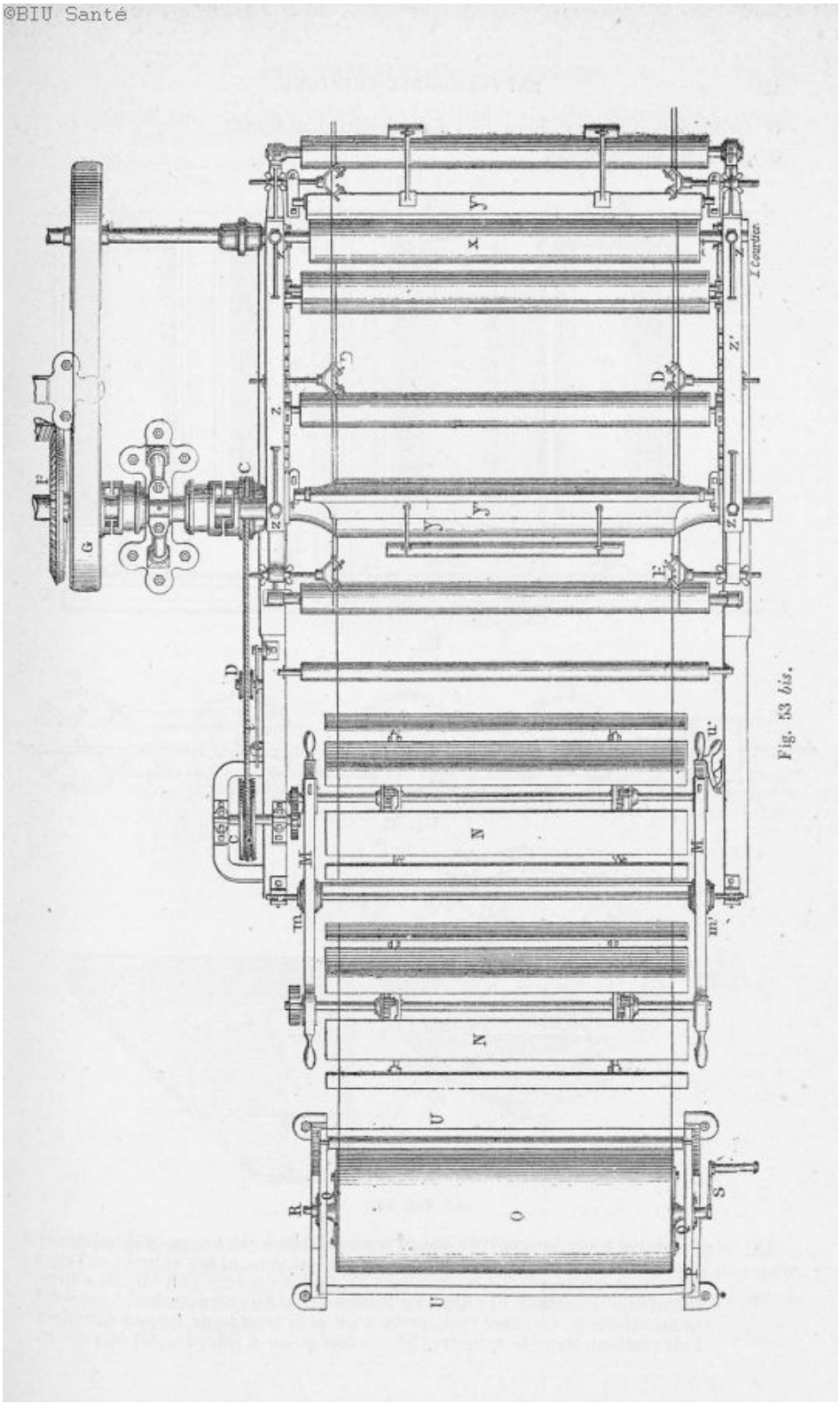


Fig. 53 *bis*.

©BIU Santé

O″ Cylindre non couvert, le robinet d'admission étant fermé.
O‴ Cylindre vu en coupe.

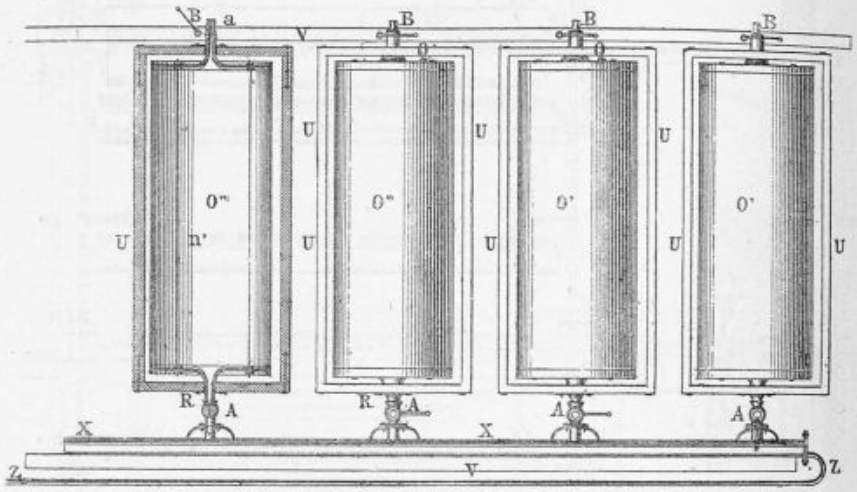


Fig. 54.

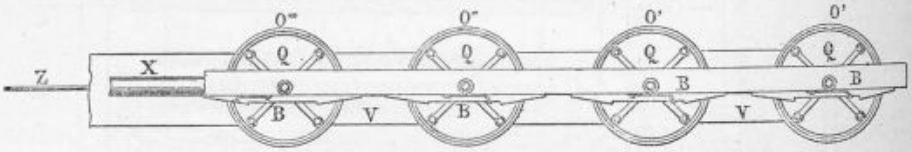


Fig. 55.

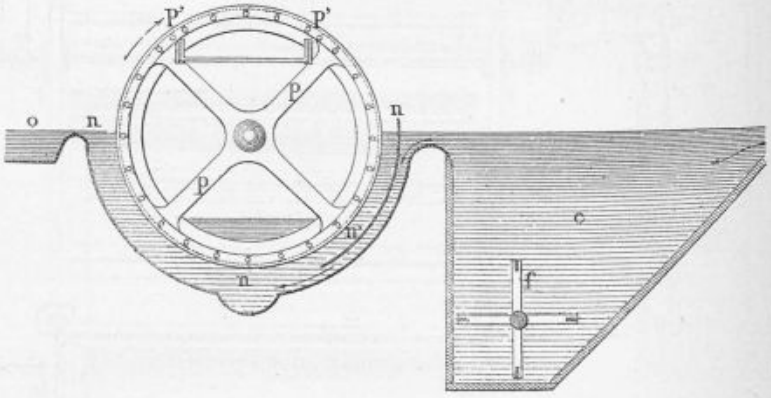


Fig. 56.

QQ Plateaux en fonte servant de fonds aux cylindres sécheurs. Ces plateaux étaient assemblés par quatre boulons *n'n'* traversant les cylindres. Leurs tourillons étaient tournés en forme conique d'un côté en R où ils s'ajustaient sur le robinet, et munis de l'autre côté d'un carré en fer *a'* recevant la manivelle S. Ce carré était percé d'un petit trou pour laisser échapper l'air contenu dans le cylindre chaque fois qu'on y introduisait la vapeur.

©BIU Santé

T Bâtis en fonte sur lequel était posé le cylindre sécheur pendant qu'on déroulait le papier sec et qu'on l'enroulait de papier humide.

UU Châssis en bois dans lequel le cylindre était monté et qui servait à le transporter de l'enroulage au tuyau à vapeur.

V Bâtis en bois, supportant l'appareil à sécher.

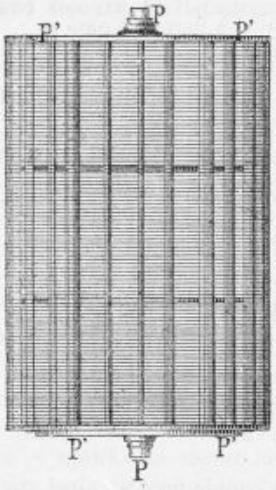


Fig. 57.

X Tuyau de vapeur communiquant d'une part avec la chaudière, et de l'autre avec un tuyau *z* pour évacuer l'eau de condensation.

AA Robinets pour l'admission de la vapeur dans le cylindre à sécher et sur lesquels ces cylindres étaient posés au moyen de l'ajustement conique R, permettant de les enlever facilement pour les transporter sur le bâtis d'enroulage T.

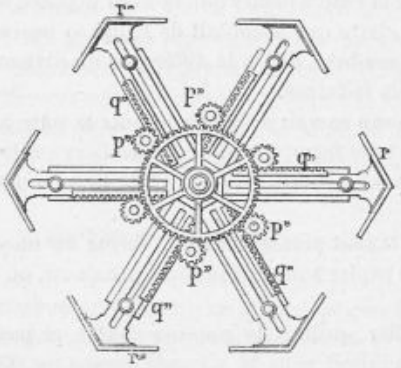


Fig. 58.

BB Crochets servant à retenir les cylindres sécheurs sur le bâtis V.

La manivelle S s'ajustait sur le carré du cylindre sécheur chaque fois qu'on le posait sur le bâtis T pour en dérouler le papier sec et pour le charger de papier humide.

©BIU Santé

CC Deux poulies donnant le mouvement aux cylindres enrouleurs.

D Poulie de tension de la corde passant sur les deux poulies.

EE Tendeurs pour maintenir le feutre bordé de cuir de la seconde presse.

FF Arbre de couche faisant de 10 à 12 tours par minute.

GG Poulies destinées à transmettre le mouvement d'une presse à l'autre.

HHJ Arbres intermédiaires transmettant par des engrenages le mouvement à l'agitateur *f* et à la roue à battre la pâte *c*.

KK Supports de ces divers arbres.

o' Roue dentée montée sur l'axe des cylindres enrouleurs et engrenant dans de petits pignons *p'' p''*, qui faisaient marcher les crémaillères *q''* fixées sur les rayons à coulisse *r''*. Par ce moyen, on augmentait ou l'on diminuait le diamètre du cylindre dans le cas où l'on voulait couper sur ce cylindre le papier humide en divers formats.

t' Levier chargé d'un poids faisant appuyer la poulie D pour tendre la corde.

u' Crochet pour arrêter dans sa position le balancier M.

Formation du Papier. — La pâte à papier était amenée du réservoir par le tuyau a et déversée dans l'auge *r'*, où elle était mêlée avec l'eau claire sortant de l'intérieur du cylindre-forme.

La roue à élever et à battre *c* l'entraînait dans l'auge *e* au travers du conduit *d*. Arrivée là, elle passait dans l'épurateur (non figuré) pour être remuée ensuite par l'agitateur *f* et finalement versée dans l'auge *n*, où elle était portée sous le cylindre-forme au travers du double fond *n'*, ainsi que l'indiquent les flèches.

L'eau passait au travers de la toile métallique du cylindre-forme, et déposait sur sa surface la pâte à papier qu'elle tenait en suspension.

Cette eau s'échappait de l'intérieur du cylindre par l'ouverture *i* et passait successivement de l'auge *r* dans l'auge *r'*, où elle se chargeait d'une nouvelle quantité de pâte à papier, qu'elle ramenait sous le cylindre, et ainsi de suite.

Le cylindre-forme avait un mouvement de rotation dans le sens indiqué par les flèches. Il amenait la pâte à papier qui s'y était déposée à la partie supérieure de l'auge *n*, où l'eau claire qui découlait de l'auge *o* exerçait à sa surface une pression uniforme et graduée, due à la différence du niveau du liquide à l'intérieur et à l'extérieur de la forme.

Cette pression de l'eau servait à feutrer et unir la pâte à papier déposée sur le cylindre-forme, de telle façon qu'au sortir de l'auge *n* le papier avait acquis assez de consistance pour pouvoir être enlevé de la toile métallique par le feutre auquel il s'attachait.

Ce feutre sans fin *ll* était pressé contre la forme au moyen du rouleau coucheur 1 ; il amenait le papier sous la première presse *xx*, où il ne recevait qu'une légère pression.

Arrivé là, le papier quittait le premier feutre et passait sur un second feutre *x'x'*, qui le conduisait sous la seconde presse *yy*. Cette presse achevait d'exprimer l'eau du papier et le rendait propre à passer au séchage. A cet effet, le papier humide était enroulé sur le cylindre N.

La formation du papier avait lieu d'une manière uniforme et régulière. L'épaisseur du papier était réglée par la plus ou moins grande quantité de pâte amenée par le tuyau *a* et réglée par le robinet *b*.

©BIU Santé

Séchage et apprêt du Papier. — Le cylindre enrouleur N étant chargé de papier humide sortant de la deuxième presse, on le faisait basculer pour l'amener devant le bâtis d'enroulage T. Un des cylindres sécheurs O étant placé sur ce bâtis, on l'enroulait d'une certaine longueur de papier, de 20 à 30 tours, suivant son épaisseur. On avait soin de mouiller le bout du papier qui enveloppait le cylindre, afin qu'il y restât collé et ne pût se détacher par l'effet du séchage.

Le cylindre sécheur ainsi garni de papier humide était mis en communication avec l'un des robinets A du tuyau à vapeur X et retenu dans sa position par le crochet B.

On ouvrait le robinet pour introduire la vapeur dans le cylindre ; l'air qu'il contenait en était chassé aussitôt au travers d'un petit orifice percé dans le carré a' du tourillon du cylindre. Cet orifice servait aussi à entretenir un courant de vapeur affluant dans le cylindre et lui maintenant une température suffisante pour opérer le séchage, qui durait environ une demi-heure pour chaque cylindre.

L'effet immédiat de ce séchage était de rétrécir le papier et de lui faire éprouver une très forte tension. Il résultait de là un frottement sur elles-mêmes des différentes couches de papier qui se trouvaient superposées. Ce frottement et la tension provenant du rétrécissement servaient à donner au papier un apprêt qu'il n'aurait pu acquérir sans cela que par l'action réitérée de la presse et du matrissage.

Le papier étant complètement sec, on remettait le cylindre sur le bâtis d'enroulage T, et l'on commençait par dérouler le papier sec pour en remettre ensuite de l'humide.

On établissait ainsi un nombre de cylindres sécheurs proportionné au produit de la machine à papier, et l'on réglait le service de façon qu'il n'y eut jamais qu'un cylindre à la fois à enlever avec du papier sec, afin de mettre à profit la chaleur que les cylindres conservaient pendant l'opération.

La description de cette ancienne machine va nous servir à mieux comprendre le fonctionnement des divers appareils qui composent les machines à papier actuelles, que nous allons maintenant décrire séparément. On jugera plus facilement de la valeur des différents perfectionnements apportés dans ces dernières années à ces appareils. Nous terminerons enfin cette partie de notre sujet par la description des principaux types de machines adoptés aujourd'hui.

ÉPURATEURS

Nous avons dit précédemment que la pâte au sortir des grandes cuves où elle était brassée par des agitateurs, se rendait ensuite au sablier et aux épurateurs après avoir traversé un petit cuvier régulateur.

Ce cuvier régulateur est représenté figures 59 et 60. Il peut recevoir facilement par le tuyau *m* la pâte liquide s'écoulant de chacune des cuves M.

L'orifice du tuyau *m* se trouve plus ou moins ouvert, suivant que l'on fait écouler par le tube *r* une quantité de pâte plus ou moins grande en levant plus ou moins la vanne à tige manivelle et vis de rappel *p*. En effet, si cette vanne

©BIU Santé

est grande ouverte, le flotteur *o* s'abaisse, et faisant descendre la longue branche du balancier *n*, fait en même temps monter la branche courte, il s'ensuit que la

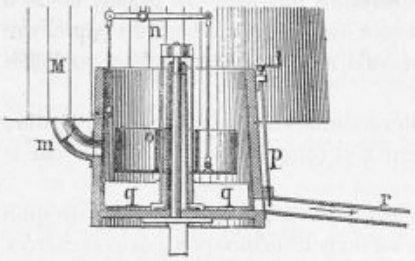


Fig. 59.

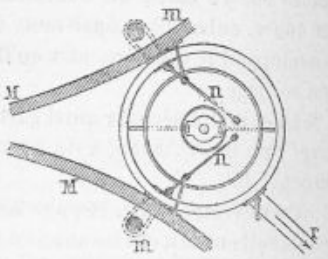


Fig. 60.

vanne du tube *m* s'ouvre de plus en plus. La manœuvre contraire fait monter le niveau du liquide dans le régulateur, le flotteur *o* suit le mouvement, et la vanne du tube *m* se ferme proportionnellement au volume de pâte écoulé.

Un agitateur à quatre ailettes *q* agite continuellement la pâte et l'empêche de déposer les fibrilles qu'elle tient en suspension.

La pâte se rend ensuite au sablier que la figure 61 représente en coupe. Elle entre en *s*, passe sous un diaphragme vertical, puis s'écoule horizontalement

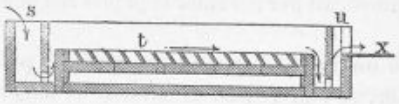


Fig. 61.

au-dessus d'une sorte de persienne en bronze *t*. Le sable et les autres corps plus lourds sont retenus entre les lames inclinées, et la pâte continue sa marche pour se rendre par le conduit *x* sur l'épurateur proprement dit.

Les épurateurs ont pour but principal de retenir les impuretés que nous avons déjà signalées et qui portent le nom de boutons. Plusieurs modèles horizontaux ou verticaux sont en usage.

Celui que représentent les figures 62 et 63 est à double effet, construit par M. Dautrebande.

Cet appareil oscille sur les points *a*; les cames *b* lui donnent un mouvement de secousse.

La pâte distribuée dans les compartiments M tombe ensuite dans le bac N, après avoir traversé les rainures que portent les plaques en cuivre.

La pression fait remonter ensuite la pâte dans les compartiments O; après avoir traversé d'autres rainures, elle se rend sur des feuilles de caoutchouc P, et tombe finalement dans le chenal R pour se rendre à la machine à papier.

Une disposition particulière permet de lever l'épurateur et de le maintenir incliné pendant qu'on le nettoie. Pour cela, une manivelle *c* commande une vis sans fin *d* qui engrène avec un pignon denté *e*. Ce pignon fait mouvoir deux

©BIU Santé

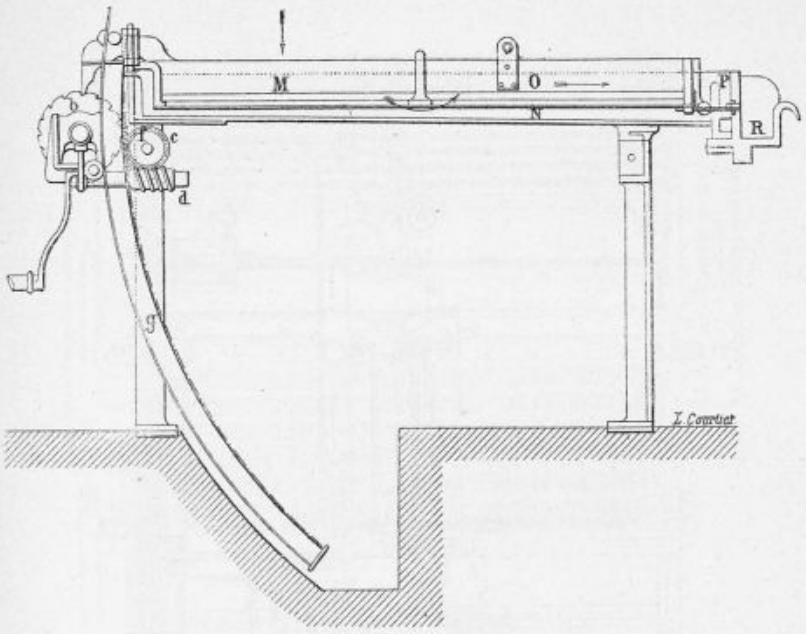


Fig. 62.

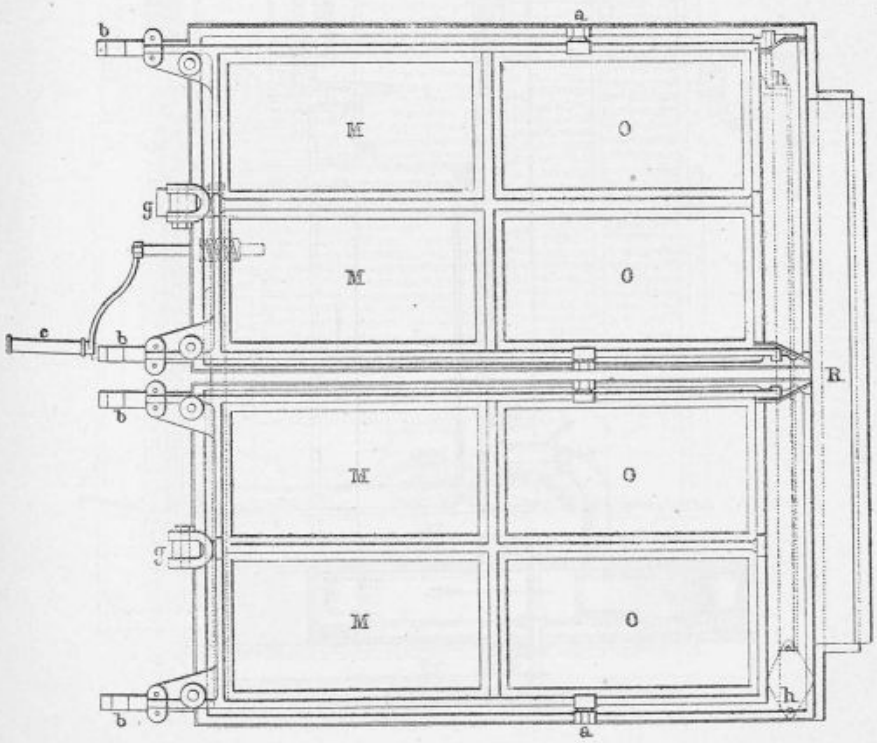


Fig. 63.

©BIU Santé

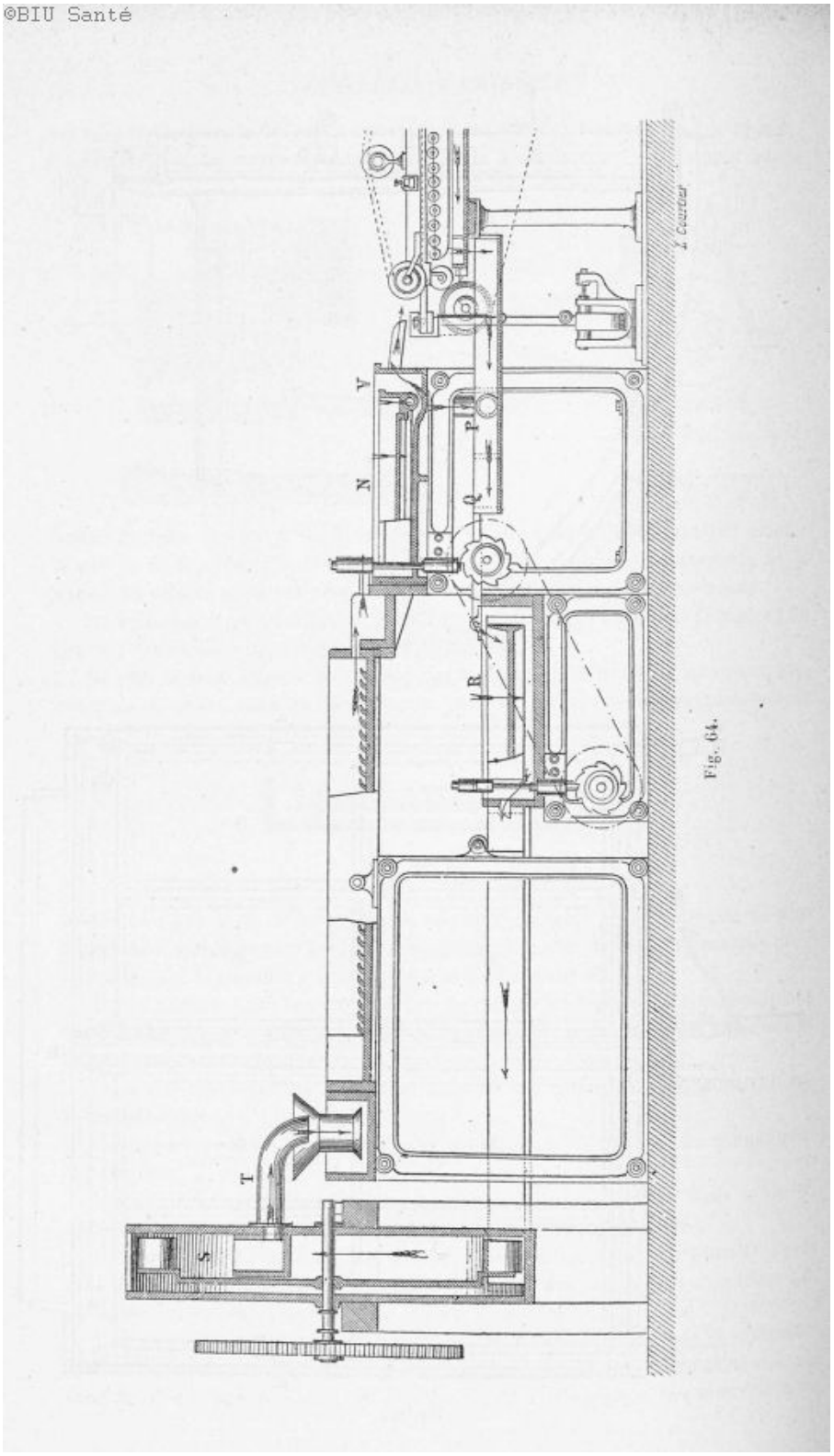


Fig. 64.

©BIU Santé

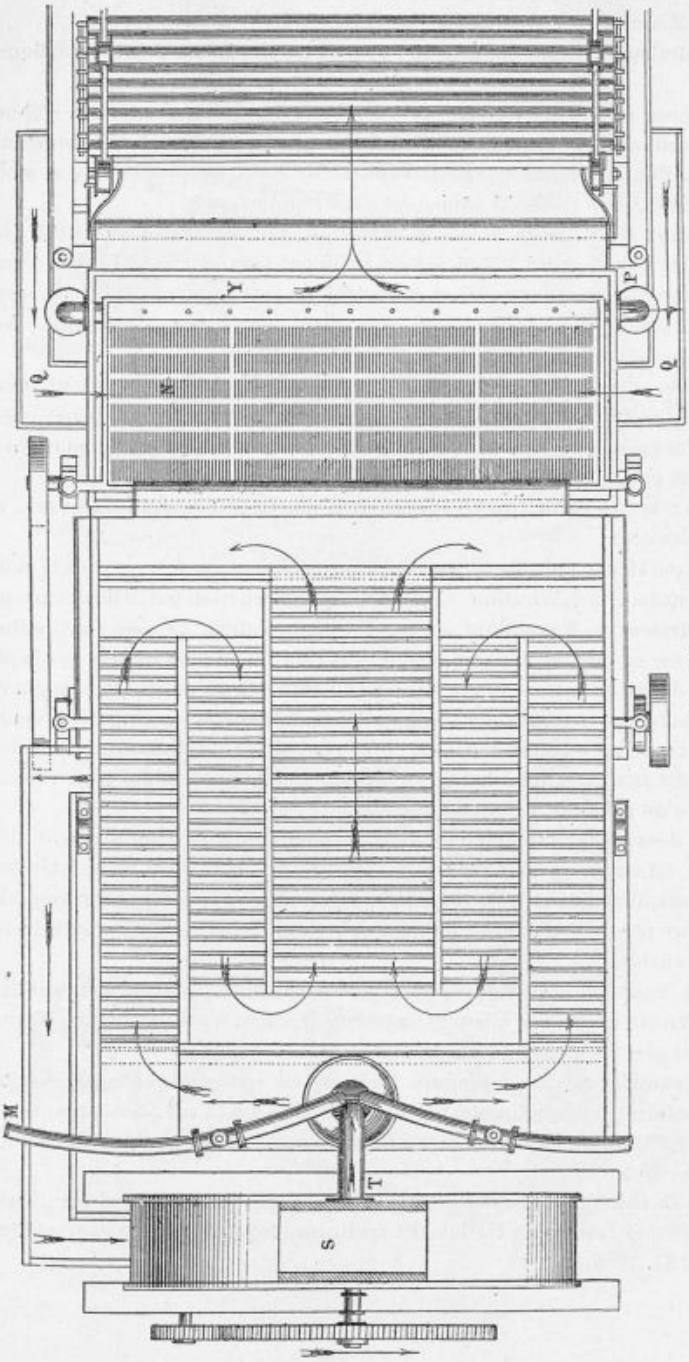


Fig. 65.

©BIU Santé

autres pignons *f* qui forcent les crémaillères courbes *g* à soulever les deux épurateurs M et O.

L'épurateur Hotson, également souvent employé, est représenté figures 64 et 65.

Il a pour principal avantage de remplacer les grandes surfaces d'épuration par un seul châssis disposé de telle façon que les plaques sont constamment propres. En outre le nettoyage de l'épurateur étant supprimé, il y a moins de pâte perdue, et le poids du papier est plus régulier.

Le tuyau M amène la pâte sur le sablier, celle-ci arrive ensuite à l'épurateur N. On voit que les plaques sont inclinées vers la rigole V, qui règne sur toute la longueur de l'appareil et communique avec un tuyau P situé au-dessous.

Un courant s'établit alors qui, entraînant les diverses impuretés, les fait tomber dans la rigole V.

La pâte et les impuretés arrivent dans le conduit Q, puis repassent sur l'épurateur R; ce dernier retient à sa surface les corps étrangers et laisse passer la pâte et les eaux, qui alors sont reprises par une roue à augets S, pour revenir à l'appareil par le tube T.

On n'a besoin de nettoyer l'épurateur R que de temps à autre, et cela se fait très facilement.

Les épurateurs présentent souvent l'inconvénient de faire varier le poids du papier pendant la fabrication. Ceci est dû à l'obstruction partielle des plaques.

L'épurateur de Montgolfier n'a pas cet inconvénient, car son fonctionnement est basé sur ce que les impuretés sont plus lourdes ou plus légères que la pâte. Si donc on donne une assez grande hauteur à l'appareil, on pourra facilement opérer la séparation des matières par suite de leurs différences de densité. L'épurateur dans ce cas remplit en même temps l'office de sablier. Les impuretés plus lourdes que la pâte se déposent au bas de l'épurateur, et de temps à autre on vide le fond à l'aide d'un robinet.

Afin d'empêcher la variation dans le poids du papier au moment de cette vidange, on ouvre en même temps un petit réservoir de pâte placé latéralement, qui maintient constant le niveau dans l'épurateur. Un aréomètre avec aiguille indicatrice permet à l'ouvrier de juger à chaque instant si la densité de la pâte est convenable.

Enfin, nous donnons figures 66 et 67 l'ensemble d'un épurateur-sablier vertical à double rangée de plaques, système Escher-Wyss. La figure 67 montre l'appareil avec les plaques relevées.

Cet épurateur sablier à plaques inclinées ou verticales, agit par succion des fonds mobiles; il se distingue par une marche silencieuse. Ses organes s'usent peu. L'épuration de la pâte peut s'y faire avec des plaques moins fines que dans les autres systèmes.

Pour faciliter le nettoyage des plaques, l'épurateur vertical est disposé de façon à ce que l'on puisse facilement sortir tout le jeu de plaque comme l'indique la figure 67.

©BIU Santé

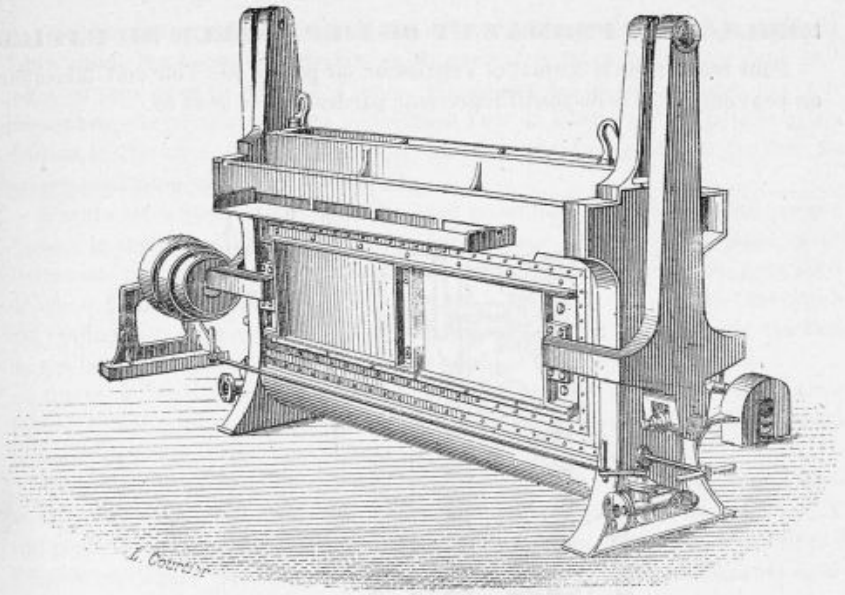


Fig. 66.

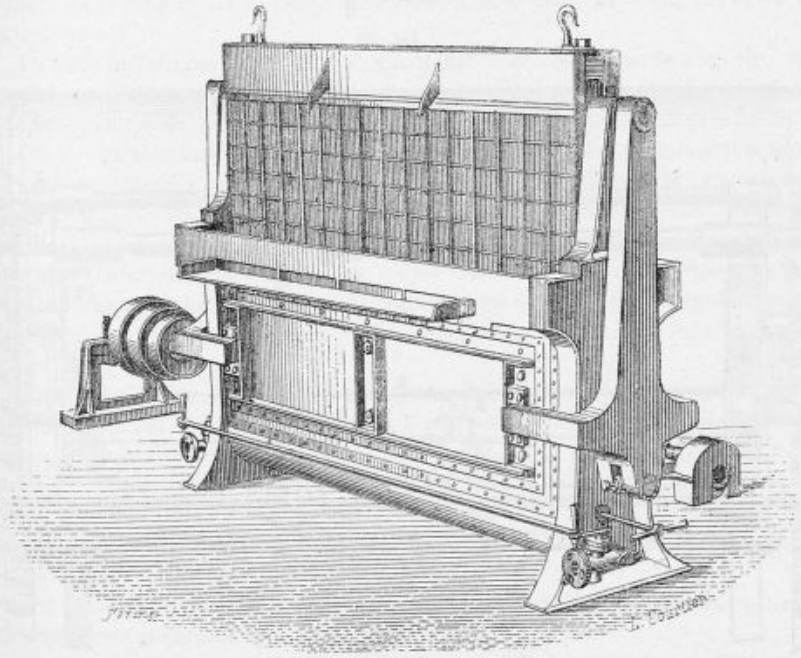


Fig. 67.

©BIU Santé

RÉGLAGE DU FORMAT ET DE L'ÉPAISSEUR DU PAPIER

Pour régulariser le format et l'épaisseur du papier que l'on doit fabriquer, on peut employer le dispositif représenté par les figures 68 et 69.

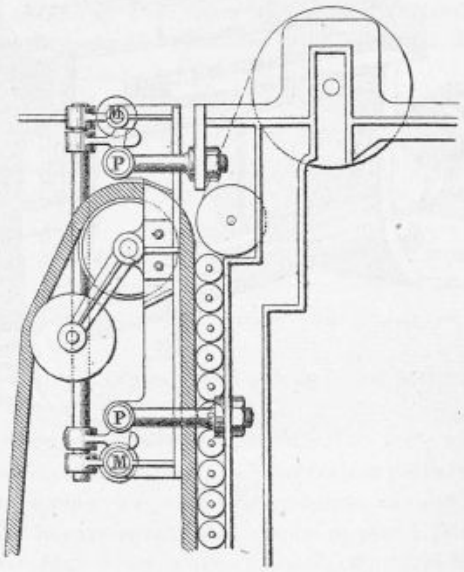


Fig. 68.

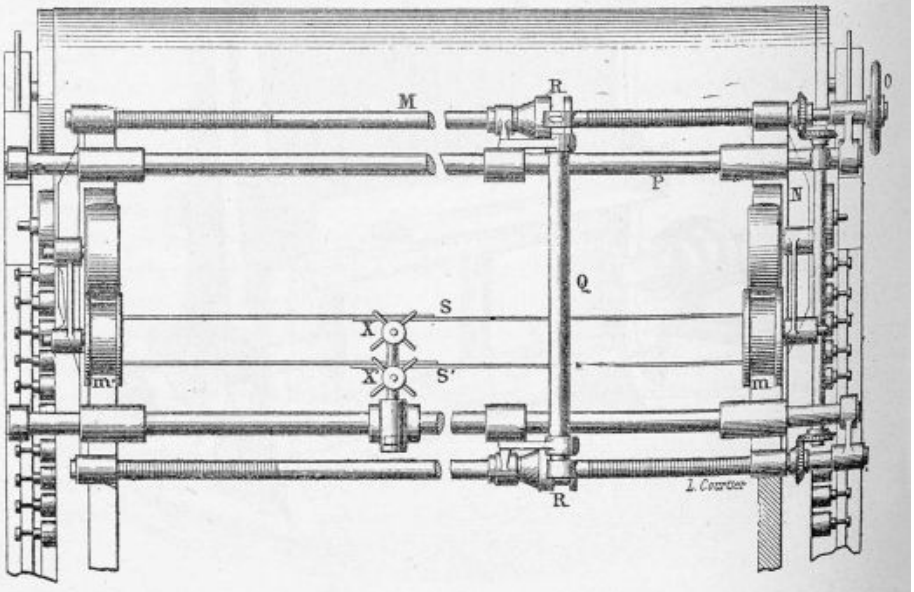


Fig. 69.

©BIU Santé

Deux chariots parallèles $m'm$ règlent la largeur du papier livré à la table de fabrication. Deux arbres transversaux M, portant à leurs extrémités deux filetages en sens inverse l'un de l'autre, réunissent les deux chariots mm' qui glissent en s'approchant ou en s'éloignant l'un de l'autre sur les guides cylindriques P. Des courroies en caoutchouc limitant de chaque côté la largeur du papier, sont supportées par les chariots.

L'arbre transversal Q agissant sur deux manchons de débrayage RR permet d'isoler le chariot m' qui est opposé au conducteur de la machine placé en O. Dans cette position, le volant O ne fait mouvoir que le chariot m. On peut ainsi déplacer transversalement la feuille de papier sur la toile, si cette opération est rendue nécessaire, lorsque par exemple la toile est endommagée sur l'un de ses bords. On peut donc régler très facilement la largeur du format.

Quant à l'épaisseur du papier, on peut la fixer à l'aide des règles parallèles SS'. Ces règles sont formées chacune de deux parties à coulisses; deux boulons carrés assurent leur jonction.

De petites presses à vis retiennent ces deux règles à leurs extrémités; elles sont ainsi fixées aux chariots mm'. Leur milieu est soutenu par les deux vis XX' qui permettent de régler le passage de la pâte sous les règles SS' de manière à obtenir une égale répartition de cette pâte et à la maintenir en quantité suffisante pour la largeur du format.

La pâte, en sortant de cet appareil, se répand sur la toile métallique; celle-ci est supportée par une grande quantité de petits rouleaux en cuivre. L'ensemble de la toile et des rouleaux est ce que l'on appelle la *forme* ou *table de fabrication*.

La toile métallique a une marche constante comme une corde sans fin. Elle éprouve pendant son parcours un mouvement latéral très rapide de va-et-vient qui est imprimé au cadre par un bras de levier.

Ces oscillations ont pour résultat de feutrer le papier, elles remplacent le mouvement de l'ouvrier papetier dans la fabrication du papier à la cuve ou à la main. Les deux règles dont nous venons de parler sont fixées suivant la largeur que l'on veut donner à la nappe de pâte. Les courroies parcourent successivement les roulettes, marchent avec la même vitesse que la toile et maintiennent la pâte dans toute la longueur de la trame. Elles enlèvent les irrégularités des bords de la nappe. Avant de passer sur la poulie de retour, elles sont lavées par un jet d'eau.

La toile métallique portant la pâte, l'entraîne en égalisant son épaisseur et laissant, pendant sa marche, passer au travers de ses mailles et s'égoutter dans une cuve plate l'eau dans laquelle la pâte à papier n'est que suspendue. Puis, passant successivement sur les rouleaux de la forme et sur ceux qui la dirigent vers les presses, elle rencontre, après avoir quitté les courroies à gouttières, une caisse sur laquelle elle glisse. Un vide de plusieurs centimètres de mercure s'établit dans cette caisse au moyen d'un aspirateur.

Cet aspirateur peut être composé de trois cloches de gazomètre qui sont alternativement élevées et abaissées (fig. 70).

On peut également employer pour cet usage nos aspirateurs insufflateurs à vapeur surchauffée, dont nous avons déjà parlé.

©BIU Santé

L'aspiration a pour effet de faire égoutter les pâtes revêches. En effet, le papier à l'état presque liquide reçoit la pression de l'atmosphère qui force l'eau à traverser la toile métallique et à descendre dans la caisse, d'où son poids la fait écouler.

Cette opération évite les *écrasés* qui peuvent se produire sous la presse humide où le papier parvient après son passage sous le cylindre égoutteur. Ce cylindre affermit et prépare le papier à cette première pression; il fait en même temps écouler l'eau que la feuille peut encore renfermer.

L'égouttage s'opère donc au fur et à mesure que la toile s'avance.

La pâte prend consistance; après son passage sur la caisse d'aspiration, sa texture est déjà suffisamment solide pour lui permettre de passer sous la première presse humide. Alors la feuille quitte la toile, puis elle est entraînée par des feutres sans fin sous cette presse, dont les cylindres sont horizontaux

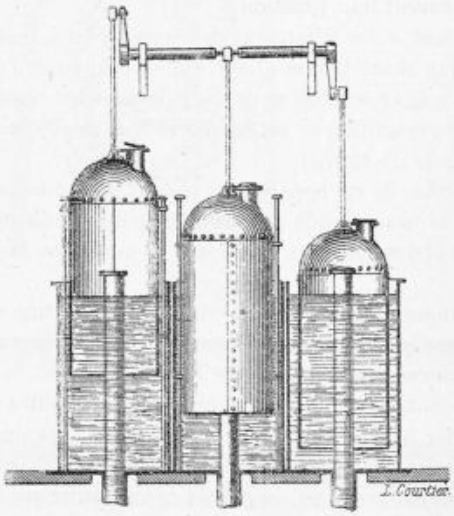


Fig. 70

et placés l'un au-dessous de l'autre; ils peuvent être creux et en fonte. Le cylindre inférieur est généralement recouvert d'une chemise en bronze. Le cylindre supérieur est surmonté d'une brosse qui, grâce à un mouvement de va-et-vient, le nettoie d'une façon constante et régulière.

A la suite de la presse humide se trouvent deux ou trois presses sèches. La feuille de papier les quitte ensuite pour se rendre à la sécherie.

Un appareil nommé guide-toile, dû à MM. Dautreban de et Thiry, est souvent employé pour maintenir la toile et les feutres dans une bonne direction.

Cet appareil, représenté figures 71 et 72, est composé d'un rouleau conducteur M que supporte d'une part un coussinet fixe, et d'autre part un coussinet mobile N.

La courroie O passe sur le rouleau et le fait tourner. Une règle en bois P, que supporte à ses extrémités un levier Q et un autre levier placé de l'autre

©BIU Santé

côté de la machine, est munie de deux palettes en cuivre R entre lesquelles la toile peut passer.

Un levier T, qui porte un autre levier à fourche U, est mis en mouvement par une petite manivelle S. Avec ces dispositions la toile ne peut se déplacer qu'en entraînant la règle P, laquelle, au moyen des deux basculés Q, force le levier à accrocher la roue V.

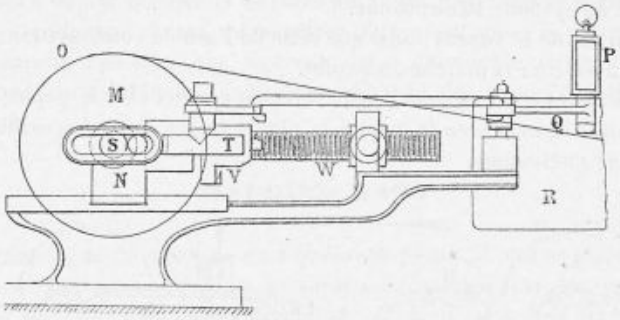


Fig. 71.

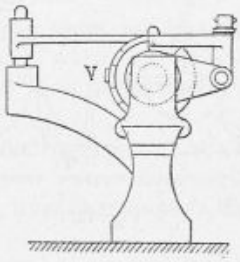


Fig. 72.

Un mouvement de rotation est alors imprimé à l'arbre fileté W, et le cylindre conducteur M est placé à droite ou à gauche, selon que la toile se déplace dans un sens ou dans l'autre. La toile ne peut ensuite se déplacer davantage; elle en est empêchée par le changement de position du cylindre.

Ajoutons que le mouvement du cylindre conducteur est automatique.

SECHERIE

La presse humide, avons-nous dit, comprime suffisamment le papier pour lui donner une consistance telle que la feuille peut alors, abandonnée à elle-même, parcourir seule l'espace très court qui existe entre le premier cylindre et celui sur lequel s'enroule le feutre qui la reçoit.

Le feutre coucheur qui suit la presse humide amène le papier sous les cylindres de la seconde presse, qui le comprime à nu d'un côté, tandis que son autre face repose sur le feutre. Le papier, après un court trajet, arrive entre les

©BIU Santé

cylindres de la troisième presse où l'opération précédente est renouvelée, mais en sens inverse, pour faire disparaître l'*envers* que lui a donné la seconde presse.

Enfin la feuille de papier arrive au premier cylindre sécheur.

Les sécheries, bien que toujours basées sur le même principe, varient suivant les types de machine.

La figure 73 donne l'ensemble d'une sécherie souvent adoptée dans les machines du système Dautrebande.

La marche de la vapeur ainsi que celle de l'eau de condensation s'y opèrent en sens inverse de la marche du papier.

Les sécheurs les plus chauds sont donc en contact avec le papier le plus sec, et les moins chauds avec le papier le plus humide. Cette disposition constitue un séchage méthodique.

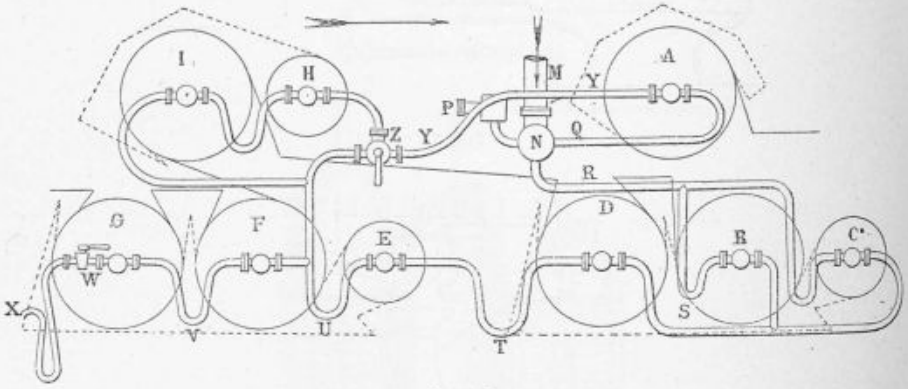


Fig. 73.

L'entrée, la sortie de la vapeur et de l'eau de condensation ont lieu dans chaque cylindre sécheur par un seul tourillon. On voit que les tuyaux d'arrivée et de retour sont recourbés; il s'ensuit que la dilatation du métal se fait plus aisément et plus régulièrement.

La légende suivante fera bien comprendre le fonctionnement de cette sécherie :

M Tuyau d'arrivée de la vapeur.
N Robinet d'arrêt et de mise en marche de la sécherie.
O Boîte renfermant une soupape de sûreté.
P Caisse d'échappement de la soupape O.
Q Tuyau conduisant la vapeur au sécheur A.
R Tuyau conduisant la vapeur aux sécheurs B et C.
S Tuyau de retour des sécheurs B et C qui alimente le sécheur D.
T Tuyau de retour du sécheur D qui alimente le sécheur E.
U Tuyau de retour du sécheur E qui alimente le sécheur F.
V Tuyau de retour du sécheur F qui alimente le sécheur G.
W Robinet qui sert à régler la sortie de l'eau de condensation de manière à n'évacuer que de l'eau.

©BIU Santé

X Sortie de l'eau de condensation.

Y Tuyau de retour du sécheur A.

Z Robinet à trois voies qui sert à établir la communication entre le tuyau Y et le sécheur H, ou le sécheur F. Cette disposition permet d'employer, suivant les cas, 7 ou 8 sécheurs.

Z' Tuyau de retour du sécheur I, qui ne fonctionne que si le sécheur H communique avec le tuyau Y.

Nous allons voir que ce qui différencie, entre eux généralement, les divers types de machines à papier construits aujourd'hui, c'est justement et surtout la disposition des sécheries. Avant de pénétrer plus avant dans la description des divers appareils spéciaux qui figurent dans l'ensemble d'une machine à papier, nous allons donner l'indication résumée des principaux types usités aujourd'hui.

MACHINE BATT

L'ensemble de cette machine est représenté figure 74. Cet appareil exige un emplacement moindre que celui généralement occupé par les machines à papier, par suite de l'installation du cylindre sécheur au second étage.

Le cuvier, le sablier, l'épurateur, la toile métallique n'ont rien de particulier.

Arrivé au point M le papier passe, par le simple contact de la toile métallique, sur la toile feutre qui l'amène au cylindre sécheur N, d'un diamètre égal à $2^m,750$, contre lequel il est pressé par le cylindre O, au moyen d'un levier et d'un contrepoids.

Resté calé autour du cylindre sécheur jusqu'au point P, le papier passe ensuite sur le rouleau R pour entrer alors sous forme d'énormes rouleaux, soit dans un atelier spécial, pour être coupé en feuilles, soit pour être livré au commerce.

Un cylindre compresseur C, pour donner l'apprêt et le satinage au papier, est placé au point supérieur du cylindre sécheur.

La toile feutre après avoir amené le papier au cylindre sécheur, passe dans la cuvette T, d'où elle revient proprement lavée au point M, pour recommencer l'opération.

Ce procédé de fabrication exige une longueur de toile feutre très grande, mais il présente l'avantage de ne nécessiter ni changement, ni entretien, jusqu'au moment où le remplacement de la toile tout entière est devenu nécessaire.

Cette machine peut travailler longtemps sans interruption; elle peut fabriquer du papier très léger, tel que du papier de soie, du papier d'affiches, et son emploi peut être très utile pour le travail des pâtes de paille ou des pâtes de bois.

Le prix de cette machine est assez minime, il ne dépasse pas 25.000 francs.

©BIU Santé

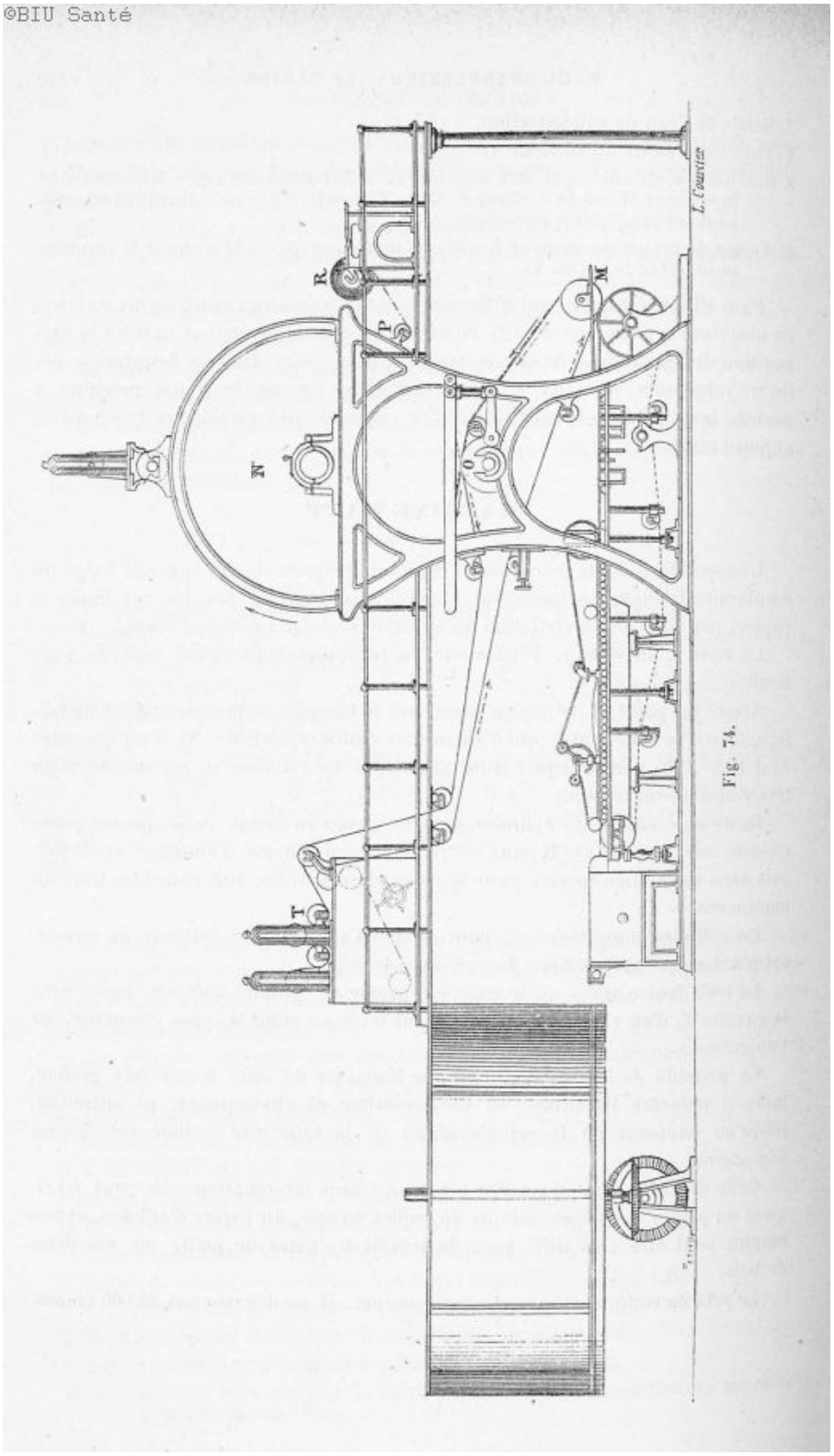


Fig. 74.

©BIU Santé

MACHINE LHUILIER — TYPE FRANÇAIS

Cet appareil est représenté figure 75.

Deux piles raffineuses amenant la pâte dans une cuve en maçonnerie, munie d'un agitateur et d'une roue à écopes, alimentent la machine.

Un tablier à circuit reçoit la pâte venant de la roue à écopes, de là elle se rend à l'épurateur rotatif M, un peu différent de ceux que nous avons précédemment décrits.

La pâte entre sur la machine de façon à le faire sans remous. On voit que les tourillons des premiers rouleaux de la table de fabrication O sont logés dans des gorges situées sur des règles en bronze P. On obtient ainsi ce résultat que les tourillons portent sur le cuir et non pas sur le bronze; la durée est augmentée, la déformation évitée.

On peut changer de format sans démonter les règles. Pour y arriver, le conducteur de la machine se sert d'une vis et d'une chaîne au moyen desquelles il peut écarter ou rapprocher de la quantité qu'il juge convenable les courroies-guides R.

Le feutrage est produit par le mouvement transversal de la table de fabrication; la course de cette table peut être réglée pendant la marche.

Deux caisses aspirantes S sont placées devant la presse humide T. Dans ces caisses le vide partiel est produit par un jeu de trois pompes conjuguées à 120 degrés, de façon à produire une aspiration très régulière.

Deux cylindres en bronze composent la presse humide T que suivent deux presses coucheuses U et V et la presse montante X. Les cylindres de ces presses sont creux et en fonte.

Deux longs bâtis verticaux comprennent entre eux le feutre montant W. Un embrayage à friction placé sur toutes les presses est à la disposition du conducteur de la machine.

On voit en Z un passage ménagé entre la première partie de la machine et la sécherie qui commence en A.

Cette sécherie, divisée en trois parties, comprend huit sécheurs qui ont $1^{m},200$ de diamètre.

Un seul feutre enveloppe les quatre premiers sécheurs du bas A, C, D, E.

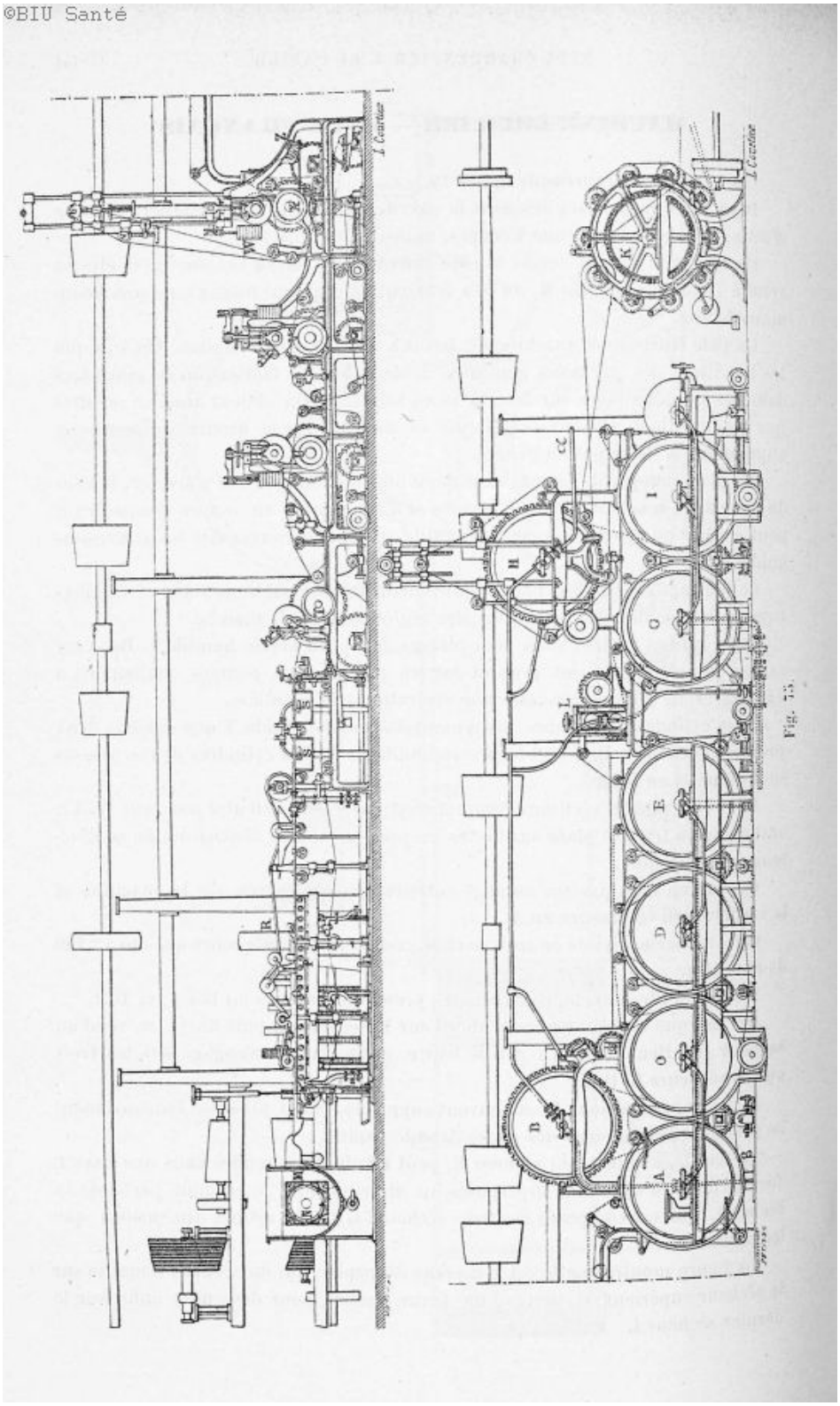
On voit que le papier passe d'abord sur le sécheur A, puis de là se rend au sécheur supérieur B qui n'a pas de feutre, et finalement s'engage sur les trois autres sécheurs C, D, E.

Le sécheur supérieur B est souvent supprimé, car il présente l'inconvénient de produire des *cassés* et des *godes* dans le papier.

La feuille, au sortir du sécheur E, peut à volonté se rendre dans une *lisse* L formée de deux cylindres superposés, ou directement à la seconde partie de la sécherie, qui est composée des trois sécheurs G H I, de mêmes dimensions que les premiers.

La figure montre quelle est la marche du papier, qui du sécheur G monte sur le sécheur supérieur H muni d'un feutre spécial, pour descendre enfin sur le dernier sécheur I.

©BIU Santé



©BIU Santé

Dans cet appareil la vapeur entre par le tuyau α, l'eau de condensation s'écoule en β.

Au sortir de la sécherie le papier arrive au dévidoir K, formé par une dizaine de petits cylindres groupés autour d'un axe K qui leur donne le mouvement.

MACHINE ESCHER-WYSE — TYPE SUISSE

Comme second exemple d'une machine à papier, nous donnons celle ordinairement construite par MM. Escher Wyse, représentée figure 76.

En tête de la machine se trouvent deux roues à écopes fournissant l'eau et la pâte qui tombent dans une caisse où elles sont barbotées par un agitateur.

En A se trouve la table de fabrication comprenant une toile d'une dizaine de mètres. En B est le chariot porte-format et le tablier; la disposition de ces deux parties de l'appareil permet de changer le format pendant la marche même de la machine.

Les petits rouleaux de la toile, que l'on nomme *pontuseaux*, peuvent être réglés facilement de façon à leur assurer un mouvement très régulier.

Les deux caisses d'aspiration sont figurées en O et P, le vide y est produit par l'un des moyens que nous avons précédemment indiqués.

La presse humide qui vient ensuite a deux cylindre Q et R en fonte recouverte de cuivre. L'égouttage est facilité par la dimension moindre du cylindre R par rapport à celle du cylindre Q.

Le feutre coucheur passe sur une caisse aspirante S qui extrait l'air interposé entre le feutre et la feuille de papier. On évite ainsi les *godes*, et le feutre, qui est rendu plus perméable à l'air et à l'eau, est d'une plus grande durée.

On voit que la presse coucheuse T a des bâtis ouverts. Cette disposition facilite l'entrée et la sortie des cylindres. Il en est de même dans la presse montante U.

Les trois sécheurs A, B, C, d'un diamètre de $0^m,90$, pour le papier, et les deux sécheurs E et D pour le feutre, forment la première partie de la sécherie. Les sécheurs ont un double fond et les rouleaux pour le feutre sont en fer creux. Ceux du papier, également en fer creux, sont recouverts de cuivre.

La première partie de la sécherie est suivie d'une *satineuse humide* F formée de deux cylindres en fonte dure.

Cette machine écrase les boutons du papier et égalise sa surface.

A la suite de la satineuse se trouve un cylindre sécheur G surmonté d'un petit sécheur H qui sert à sécher le feutre.

Enfin le papier sec arrive à la *calandre* I formée de trois cylindres. Son emploi est utile quand on fabrique des papiers de qualité inférieure qui ne doivent pas être *lissés* complètement en dehors de la machine à papier proprement dite.

A ce moment le papier a besoin d'être humecté légèrement avant d'arriver sur le dévidoir. Cette opération porte le nom de *matrissage*. Elle a pour but d'enlever au papier l'électricité dont il est chargé et de le rendre plus apte à subir ultérieurement l'opération du satinage.

La matrisseuse indiquée en J se compose de deux cylindres en cuivre placés

©BIU Santé

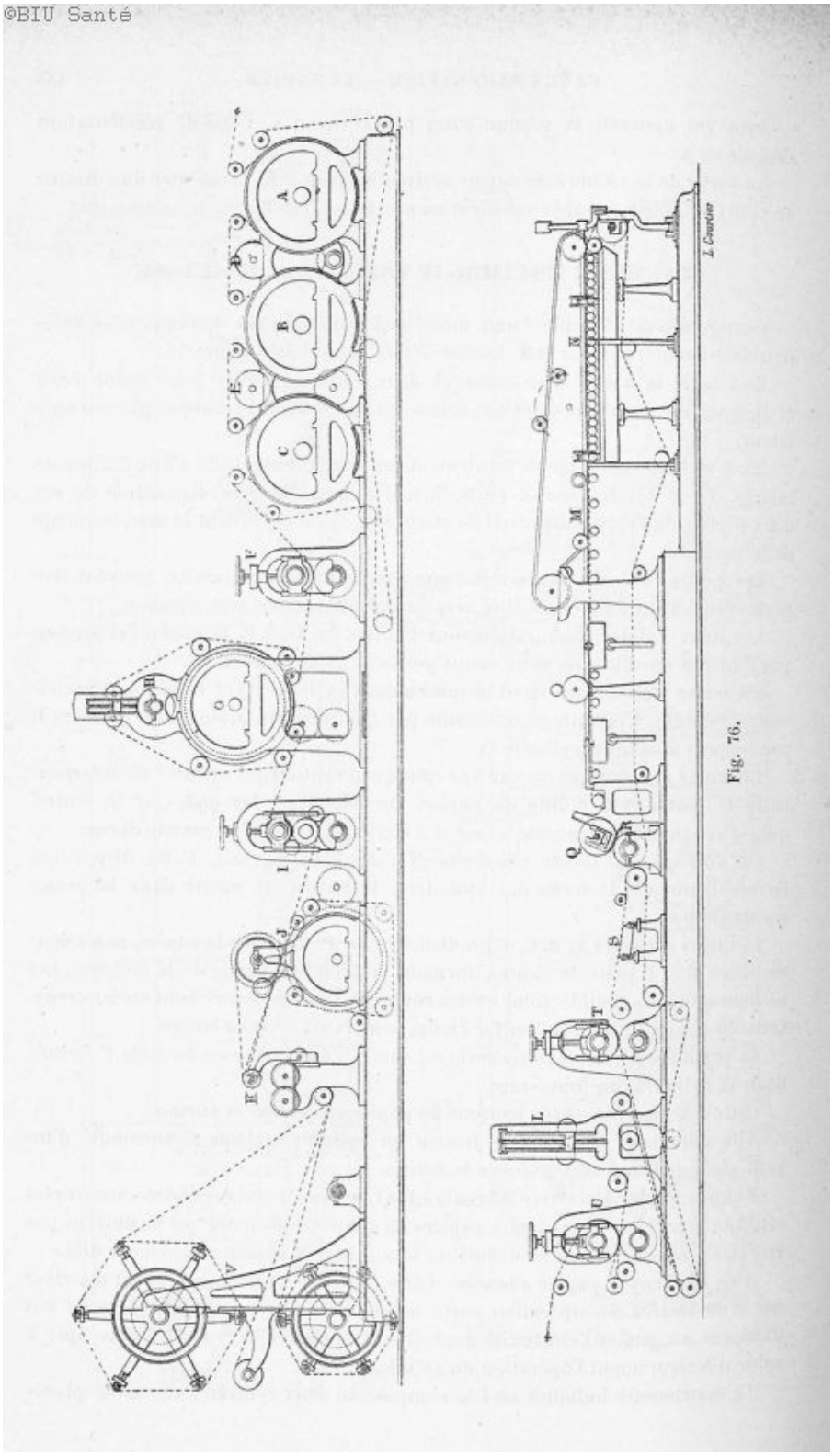


Fig. 76.

©BIU Santé

l'un au-dessus de l'autre, celui du bas étant d'un plus grand diamètre. Un courant d'eau traverse constamment ces cylindres en les refroidissant.

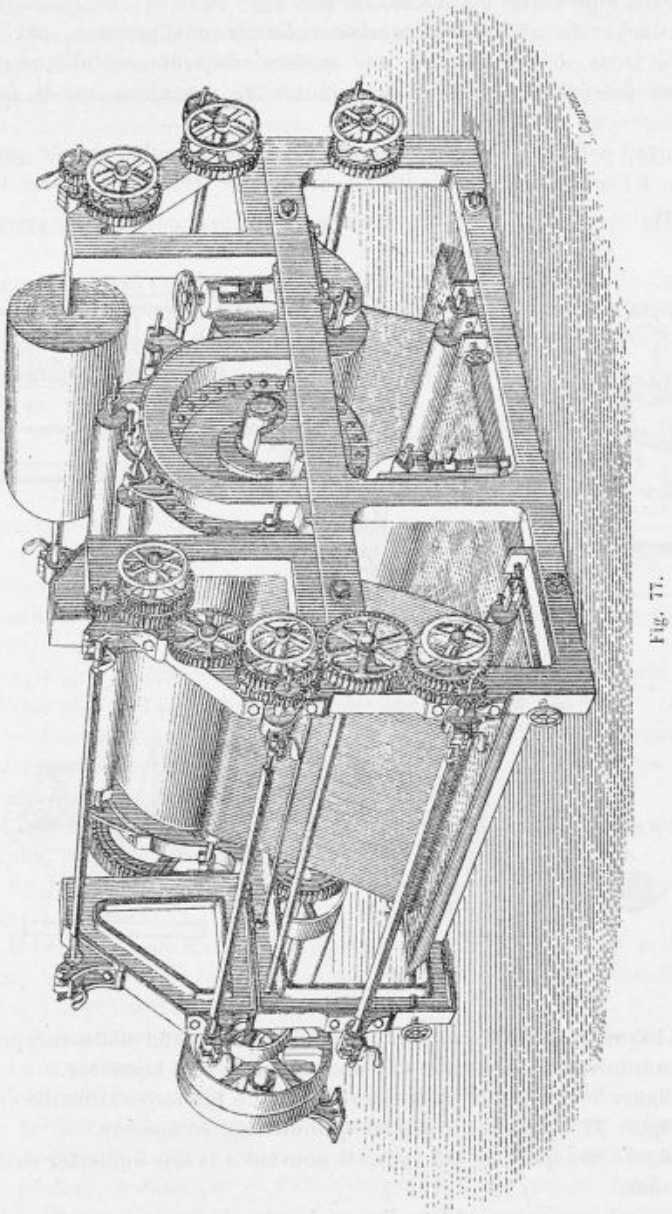


Fig. 77.

En face le cylindre supérieur se trouve un tube en cuivre percé d'une grande quantité de trous par lesquels s'échappe un courant de vapeur qui, se condensant en pluie fine, vient humecter légèrement le papier.

©BIU Santé

Une autre disposition de cet appareil est représenté figure 77. Enfin, on peut employer dans le même but l'eau pulvérisée, comme on le fait dans l'humecteuse Erard représentée figures 78, 79, 80.

Le principe de cet appareil consiste à lancer sous pression, par un tube percé de trous, de l'eau contre une surface résistante, métallique ou autre. L'eau se pulvérise et rejaillit dans toutes les directions sur la feuille de papier.

Le tuyau perforé A est muni de petits robinets régulateurs de pression, à l'une ou à l'autre de ses extrémités. Ces robinets servent en même temps de purgeurs.

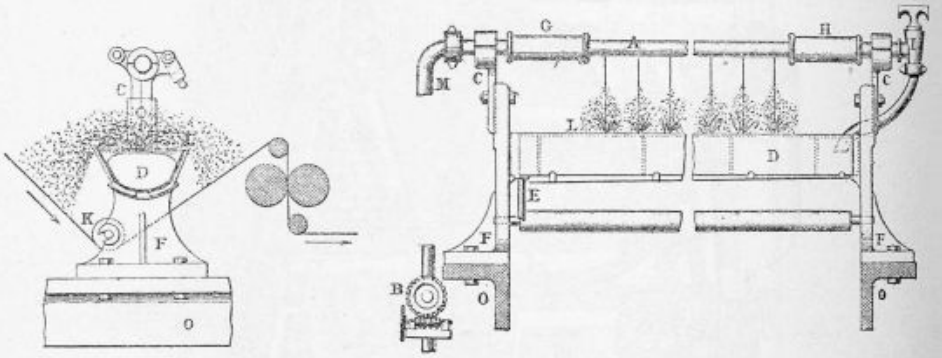


Fig. 78.

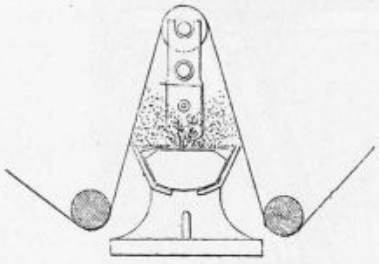


Fig. 79.

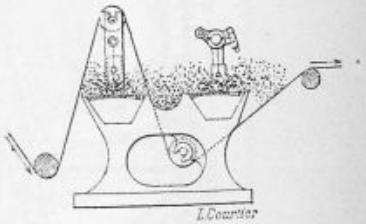


Fig. 80.

Des bagues G et H glissent sur le tube perforé A, afin d'obstruer une partie des trous, suivant la largeur des formats que l'on veut humecter.

La figure 78 représente un appareil destiné à humecter la feuille en dessus.

La figure 79 représente un appareil humectant en dessous.

La figure 80 représente un appareil pouvant à la fois humecter en dessus et en dessous.

Tous trois comprennent les pièces suivantes :

A Tuyau perforé destiné à envoyer l'eau que l'on veut pulvériser sur le plateau L formant couvercle de la cuvette D.

B Robinet diviseur relié au tube perforé A par le tuyau en caoutchouc M.

©BIU Santé

C Supports à coulisse permettant de faire varier la distance du tube A au plateau L.
D Cuvette destinée à recevoir l'eau non pulvérisée.
E Tuyau d'évacuation de l'eau traversant la cuvette.
F Supports fixes montés sur les bâtis.
G, H Bagues en caoutchouc coulissant sur le tuyau A pour régler le format.
I Petit robinet régulateur de pression servant en même temps de purgeur.
K Rouleau en laiton pour guider la feuille.

MACHINE DAUTREBANDE ET THIRY — TYPE BELGE

Nous avons déjà précédemment décrit diverses parties de la machine à papier telles que ces constructeurs les établissent. Nous allons maintenant donner l'ensemble complet de leurs machines à papier telles qu'elles figuraient aux expositions universelles de 1878 et de 1889 :

La figure 81 représente le type de 1878.

En A se trouve l'épurateur tout à fait analogue à celui que nous avons donné figures 62 et 63.

Les 4 châssis reçoivent leur mouvement de 8 rochets N qui agissent sous les mantonnets correspondants O.

Les élévateurs à crémaillère circulaire P rendent le nettoyage et le rinçage de cet épurateur très faciles et très rapides.

Au delà de l'épurateur se trouve une table fixe dont les chicanes constituent un sablier.

On voit que la toile métallique peut être maintenue horizontale ou bien inclinée du côté de l'épurateur, ce qui est une excellente chose.

Un seul rouleau Q sert à tendre la toile, en agissant par son propre poids.

La largeur du format est réglée soit en agissant sur les deux côtés en même temps, soit sur l'un des deux seulement.

La table de fabrication est munie de supports oscillants R montés sur pivots sphériques. On évite ainsi les vibrations.

En S se trouvent les deux caisses d'aspiration ; entre elles se trouvent deux rouleaux égoutteurs.

En U le feutre coucheur est lavé constamment, il est ensuite séché par les cylindres en fonte V. La feuille de papier est détachée du feutre coucheur avant d'arriver à la presse par un petit rouleau W.

Les presses coucheuse et montante sont en X et en Z. Des presses, le papier se rend à la sécherie, en commençant par les sécheurs A et B qui sont placés dans le même feutre. Ce feutre est séché par le cylindre C. La feuille de papier arrive ensuite au sécheur D dont le feutre se sèche sur le cylindre E.

Une bascule H se trouve entre les sécheurs B et D, elle a pour but, au moyen de son rouleau soutenu par la feuille de papier, d'indiquer au conducteur si la machine change d'allure.

Les trois grands sécheurs de cette première partie ont 1m,200 de diamètre, le plus petit n'a que 0m,700.

On voit en I une seconde bascule analogue à la première.

©BIU Santé

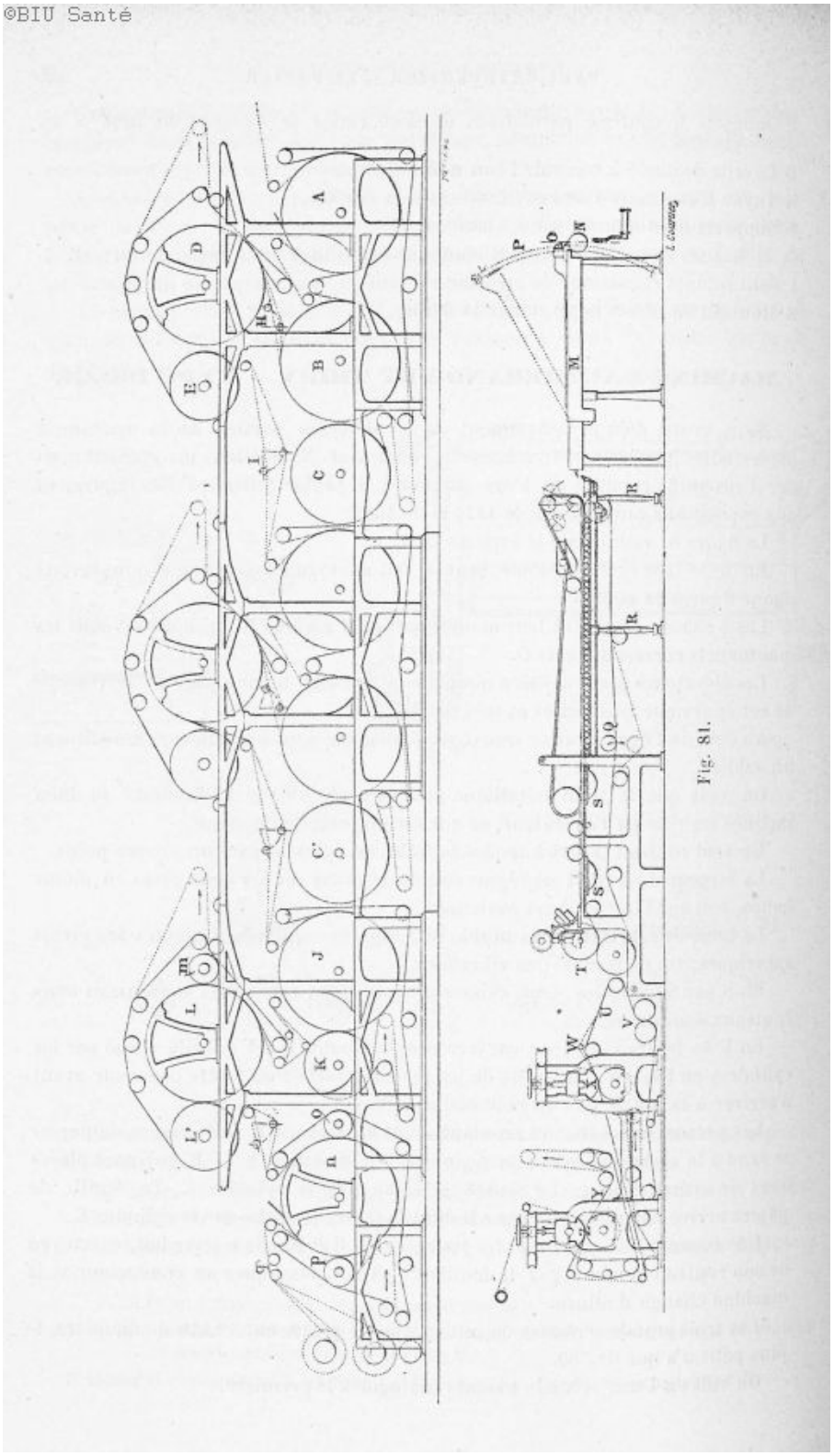


Fig. 81.

©BIU Santé

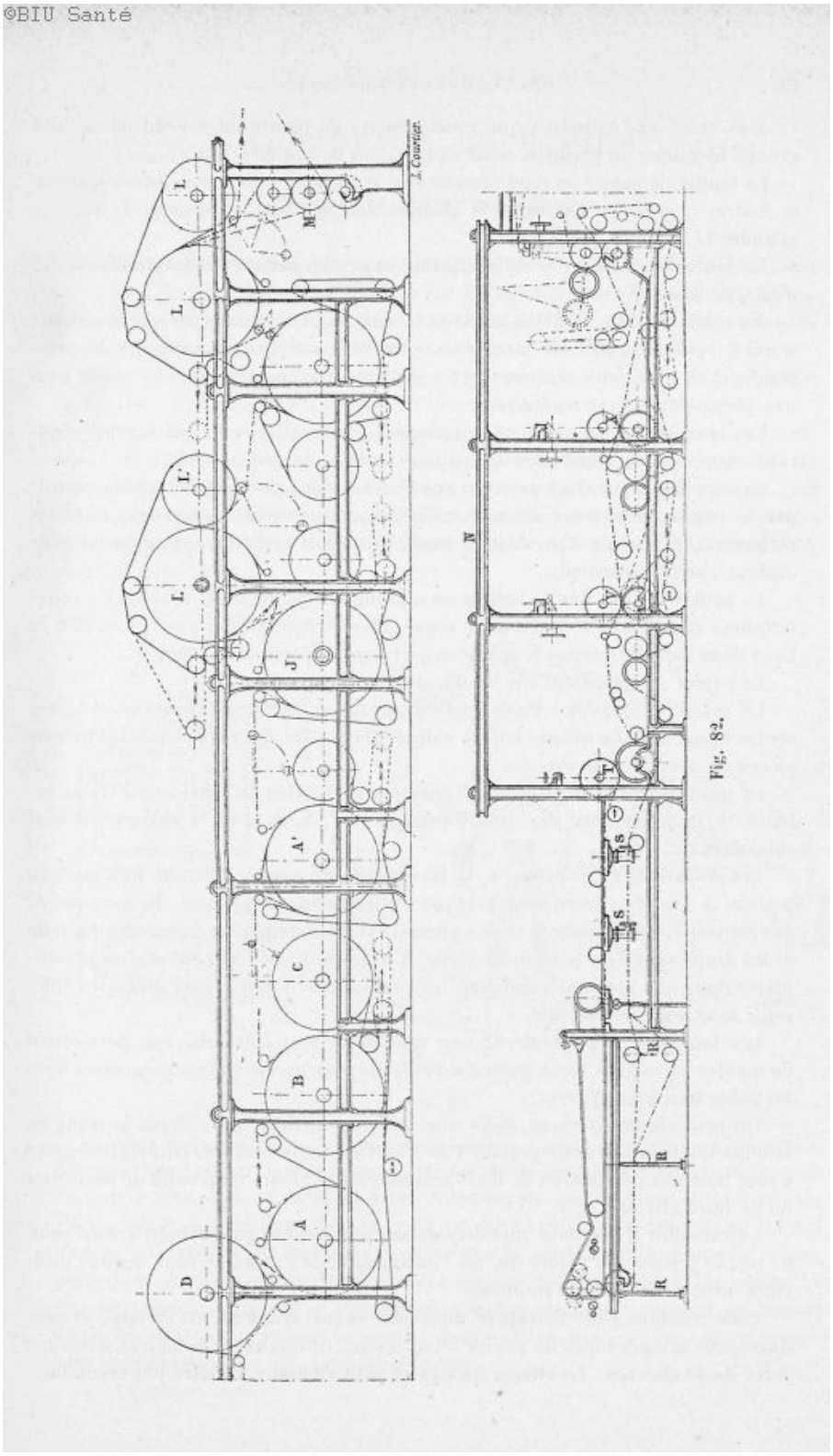


Fig. 82.

©BIU Santé

A la suite des cylindres que nous venons de mentionner vient un second groupe identique au premier, mais qui peut au besoin être supprimé.

La feuille de papier se rend ensuite sur le sécheur J dont le cylindre K sèche le feutre. Après le sécheur J le papier s'engage sur le sécheur L dont le cylindre L' sèche le feutre.

Le feutre du sécheur L est comprimé et pressé par un petit cylindre *m* qui n'est pas chauffé.

Au sortir de cette dernière partie de la sécherie, le papier passe sur le sécheur *n* qui le rend bien plat. Ce dernier sécheur est muni de deux rouleaux de pression *o* et *p*. Les deux sécheurs J et *n* ont une commande spéciale et ne sont pas placés dans le même feutre.

Les presses *m*, *o*, *p*, peuvent remplacer les calandres à nu qui ne sont généralement employées que pour les papiers forts et nerveux.

La vapeur de chauffage arrivant sur le devant des dix derniers sécheurs, sort par le côté opposé pour aller chauffer les cinq premiers sécheurs; tous les sécheurs sont munis d'un double fond; on réduit ainsi beaucoup la perte de chaleur par rayonnement.

Le petit cylindre qui se trouve en *q* plonge dans de l'eau renouvelée constamment et sert de matrisseuse. Le degré d'humectage est réglé par le niveau de l'eau dans laquelle plonge le cylindre *q* et par la vitesse de ce dernier.

Le papier se rend enfin sur les dévidoirs.

La machine exposée à Paris en 1889 par les mêmes constructeurs est représentée figure 82. Les mêmes lettres indiquent dans les figures 81 et 82 les mêmes pièces ou des pièces analogues.

La machine commence après l'épurateur à la table de fabrication. Tous ses bâtis, y compris ceux des quatre presses T, V, X, Z, et de la calandre M sont solidaires.

Les vibrations si nuisibles à la fabrication du papier, surtout lorsque l'on marche à grande vitesse sont presque entièrement supprimées. Le maniement des rouleaux, des calandres et des presses est beaucoup plus commode. La toile et les draps sont d'un placement facile et prompt. Enfin, on peut aisément remplacer dans une machine existante, les presses par d'autres d'un diamètre différent, sans aucune difficulté.

Les longrines N peuvent recevoir un chariot avec élévateur, qui permettent de manier ainsi très facilement les rouleaux des quatre paires de presses dont les poids sont assez élevés.

On peut placer aisément, dans une position verticale ou oblique suivant les besoins les deux paires de presses Y et X suivant les indications en pointillé grâce à une nouvelle disposition de leurs coussinets inférieurs qu'il suffit de retourner ou de faire glisser.

La calandre M présente une disposition particulière qui permet, si l'on veut, de ne pas y passer le papier ou, au contraire, de le calandrer sans aucune difficulté, avec deux ou trois rouleaux.

Cette machine peut fabriquer du papier rogné ayant 1m,900 de large et produire 5000 kilogrammes de papier d'impression ordinaire en 24 heures, avec une force de 30 chevaux. La vitesse du papier peut atteindre 1 mètre par seconde.

©BIU Santé

APPRÊTAGE DU PAPIER

COUPAGE DU PAPIER

Il arrive souvent, comme nous venons de le voir dans une des précédentes machines, que le papier est calandré avant d'être coupé, mais comme cette opération du calandrage rentre à proprement parler dans celle du satinage, nous parlerons des calandres en même temps que des machines à satiner.

Dans les anciennes machines on découpait le papier pendant sa fabrication en deux ou plusieurs largeurs, puis on l'enroulait ainsi sur des dévidoirs.

Lorsque l'on n'emploie pas de coupeuse mécanique pour le découpage transversal, la feuille de papier, dès qu'elle a quitté le dernier sécheur, arrive entre deux axes portant des couteaux circulaires qui tranchent le papier en long, puis elle se rend sur un dévidoir; mais le plus souvent on fait usage de coupeuses mécaniques qui font les deux opérations ensemble, le coupage longitudinal et le coupage transversal.

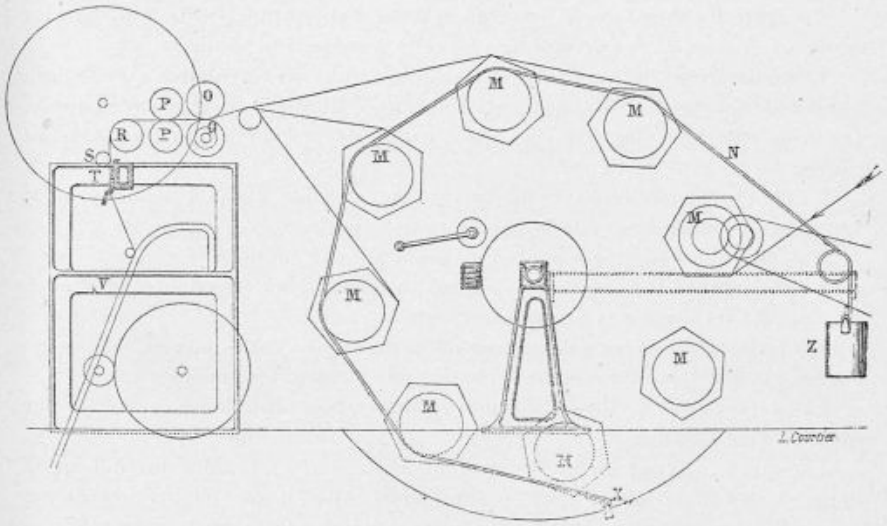


Fig. 83.

Si nous nous reportons à l'une des machines que nous avons précédemment décrites, nous voyons que le nombre des dévidoirs peut être variable; supposons en huit comme dans la machine belge. Nous voyons que la vitesse de la machine, c'est-à-dire du papier étant constante, la vitesse angulaire du dévidoir sur lequel s'enroule le papier doit être variable pour que la tension soit toujours la même, puisque le diamètre augmente au fur et à mesure de l'enroulement du papier. La transmission doit donc être disposée en conséquence, mais on peut facilement atteindre le résultat cherché au moyen d'un rouleau-bascule placé entre le dernier cylindre sécheur et le premier dévidoir.

©BIU Santé

Sur l'axe des dévidoirs se trouve à l'une des extrémités une poulie M munie de rebords (fig. 83). Une lanière N est fixée, d'une part, à un point fixe X, de l'autre bout elle est chargée d'un poids L qui la tend fortement.

La résistance opposée par cette lanière au mouvement des dévidoirs alimentant la coupeuse, produit une tension assez forte des feuilles de papier appelées par les cylindres alimentaires O O.

Au sortir de ces rouleaux alimentaires O O, la feuille de papier est coupée en long par les couteaux circulaires P P. Deux autres rouleaux R S dirigent ensuite la feuille sur le couteau transversal T dont la lame supérieure reste fixe, tandis que la lame inférieure est animée d'un mouvement de va-et-vient que lui communique un excentrique.

Le papier coupé est ensuite disposé sur la table V. Ce sont les cylindres alimentaires O O qui règlent la longueur du format.

La **coupeuse Verny** est représentée figures 84 et 85.

Le porte-dévidoirs A est placé en tête de la machine; c'est de ce côté que le papier arrive. La feuille passe ensuite entre les couteaux circulaires O O fixés sur le bâtis de la machine au moyen de supports.

Un arbre P commande la machine. Il porte d'abord une poulie S menant les couteaux circulaires, en second lieu un cône T menant la poulie D.

La feuille de papier, après avoir quitté les couteaux circulaires est conduite par la toile sans fin U, guidée par deux rouleaux V W, sur le cylindre de tension X. Ces trois rouleaux sont en bois. La position du dernier rouleau se règle au moyen de deux vis de rappel.

Un chariot mobile composé de deux presses en fonte *a a'* met en mouvement le feutre sans fin U ainsi que le papier qu'il supporte.

Une pièce en fonte *d* est boulonnée à chaque extrémité de la presse *a*. Dans cette pièce est fixé l'ensemble du système qui produit un mouvement d'oscillation qui est transmis à la presse supérieure *a*.

Les bielles *f* attachées à deux manivelles en fonte *i* calées aux extrémités de l'arbre *j* mettent en mouvement le chariot que forment les presses *a* et *a'*.

La course de ce chariot est variable à volonté, suivant la longueur du format que l'on veut obtenir.

Lorsque le chariot est arrivé au bout de sa course, du côté du rouleau de départ V, les manivelles *i* sont au point mort. Alors la presse supérieure *a* est descendue sur la presse inférieure *a'*; les deux presses serrent entre elles le papier et le feutre sans fin. Le papier et le feutre sont alors menés par le chariot vers l'extrémité de la machine, et la presse supérieure *a* commence à se soulever seulement au moment où le chariot est arrivé à la fin de sa course du côté du rouleau W. A ce moment le chariot retourne vers la tête de la machine en abandonnant le papier et le feutre.

Lorsque la came *l* agit sous le levier *m*, le couteau mobile *n n* bascule, en même temps la came *l* fait descendre la partie supérieure *q* de la presse fixe sur la feuille de papier qui se trouve pressée quand le couteau mobile commence son action. La table inférieure *q'* de la presse fixe portant un couteau fixe sur sa face inclinée, et les deux bras *n* du couteau mobile n'étant pas dans le même

©BIU Santé

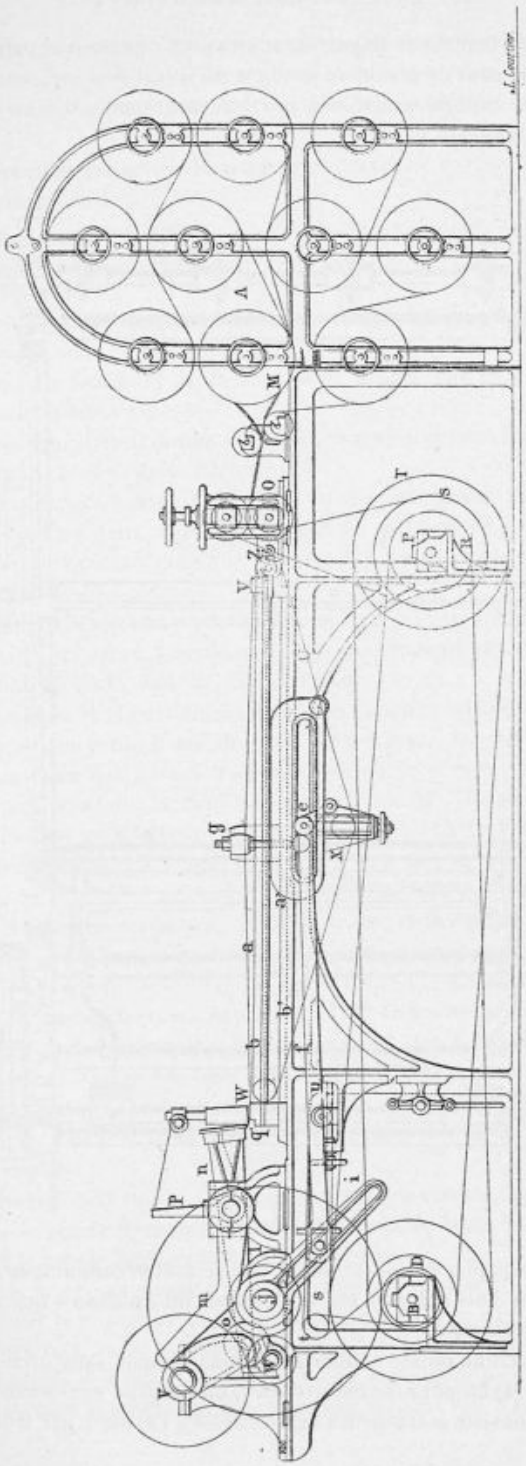


Fig. 84.

©BIU Santé

plan, les couteaux tranchent le papier en agissant comme une paire de ciseaux.

La came *l* agit sous le levier *m* pendant un quart de tour; son action ayant cessé, le couteau mobile est relevé par les contrepoids O ainsi que la partie supérieure *q* de la presse fixe.

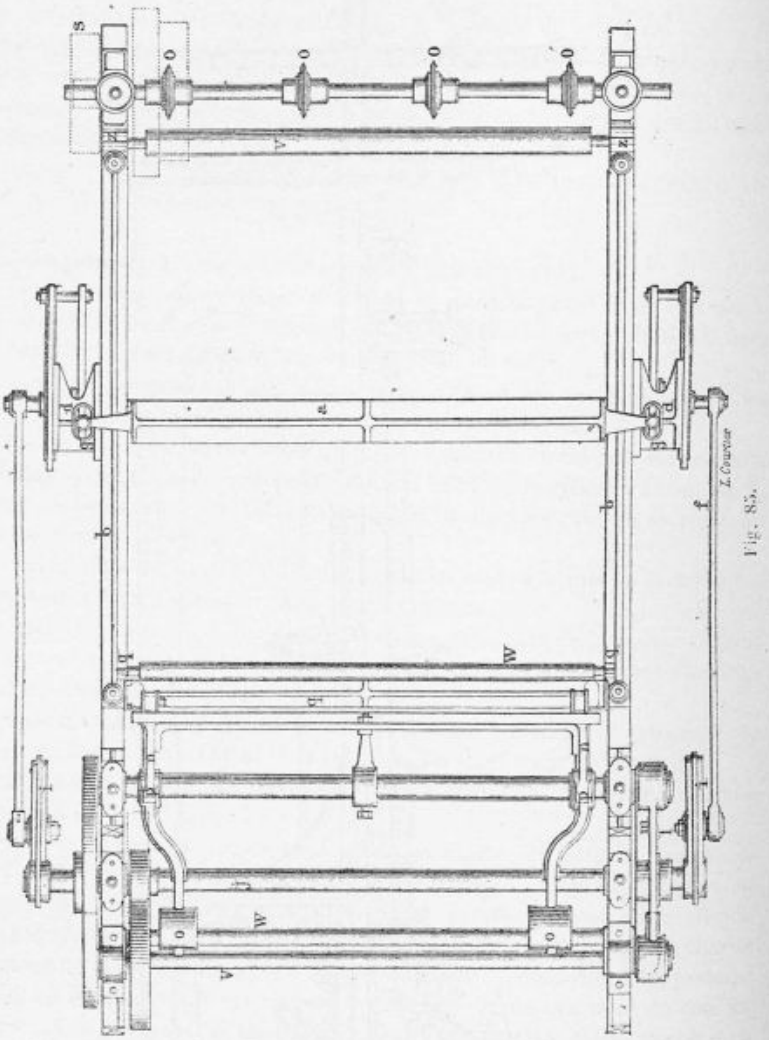


Fig. 85.

Les parties de papier coupé tombent sur le feutre conducteur *s* passant sur deux rouleaux en bois *t* et *a*. C'est la rotation du rouleau *t* qui détermine le mouvement de ce feutre *s*.

Afin que la machine puisse couper les grands formats sans nécessiter un long bâti et un grand rayon pour les manivelles *i*, on emploie dans cette machine une disposition qui consiste à établir un arbre *v* relié à l'arbre *j* par trois roues d'en-

©BIU Santé

grenages, celle du milieu étant calée sur un arbre intermédiaire *w*. De cette façon le couteau n'agit qu'une fois pendant que l'arbre *j* fait deux tours, c'est-à-dire pendant que le chariot mobile accomplit deux courses doubles.

La **coupeuse Dautrebande** est représentée par les figures 86 et 87, en élevation et en plan.

Le papier arrive en A venant des dévidoirs par plusieurs feuilles à la fois. Deux rouleaux guident les feuilles avant leur entrée sous les couteaux B qui sont en nombre variable.

Un feutre sans fin C passant sur des rouleaux D E F G, forme la table de la coupeuse sur laquelle le papier s'engage.

La tension du feutre et sa marche sont guidés par le rouleau E qui peut descendre ou monter à volonté.

Un mécanisme spécial donne au feutre un mouvement intermittent de progression suivant le sens de la flèche *x*.

Une presse mobile composée de deux parties principales parcourt la longueur de la table dans les deux sens. Les parties de cette presse sont, une traverse H terminée par deux patins, puis une traverse I pouvant, par rapport à la première, s'élever ou s'abaisser à volonté.

Deux leviers M fous sur un arbre J sont fixés à la traverse supérieure I de la presse mobile, et l'arbre J est animé d'un mouvement rectiligne alternatif que lui donne une bielle K, dans le sens des flèches *x*, *x'*.

Les traverses I et H participent à ce mouvement rectiligne alternatif.

Un manchon en fonte N oscille avec l'arbre J sur lequel il est calé, et vient faire mouvoir l'un des leviers M au moment où la presse mobile entreprend sa course dans le sens de la flèche *x'*. On voit en M' J' la position de la presse mobile à l'instant où elle retourne dans le sens *x'*. La traverse I est maintenue soulevée par le manchon N qui appuie sur le levier M, en sorte que le feutre C et le papier ne sont plus pincés par la presse mobile qui peut alors reculer du côté des dévidoirs en laissant en place le feutre et la feuille de papier.

Au moment où la presse mobile parvient à l'extrémité de sa course *x'*, le manchon N abandonne les leviers M par suite de l'oscillation de la bielle R.

Il s'ensuit que la traverse supérieure I de la presse mobile vient en s'abaissant comprimer énergiquement le papier et le feutre C. La feuille et le feutre se trouvant saisis entre les deux parties I et H de la presse mobile, sont entraînés et la longueur du format est déterminée par la longueur de la course *x*. On peut régler comme l'on veut cette longueur en déplaçant le manchon de la manivelle L dans sa coulisse.

La presse mobile amène le papier entre les traverses O et P de la presse fixe qui se trouve placée devant le rouleau D. La contre-lame du couteau transversal est alors à la partie inférieure P de cette presse.

Lorsque la presse mobile parvient près du rouleau D, une came Q laisse s'abaisser sur le papier la traverse supérieure O de la presse fixe. Le papier se trouve alors saisi entre les deux traverses O et H de la presse. La came Q laisse en même temps descendre le couteau R qui tranche le papier. Enfin, le feutre C et le papier sont abandonnés par la presse mobile qui recommence sa course

©BIU Santé

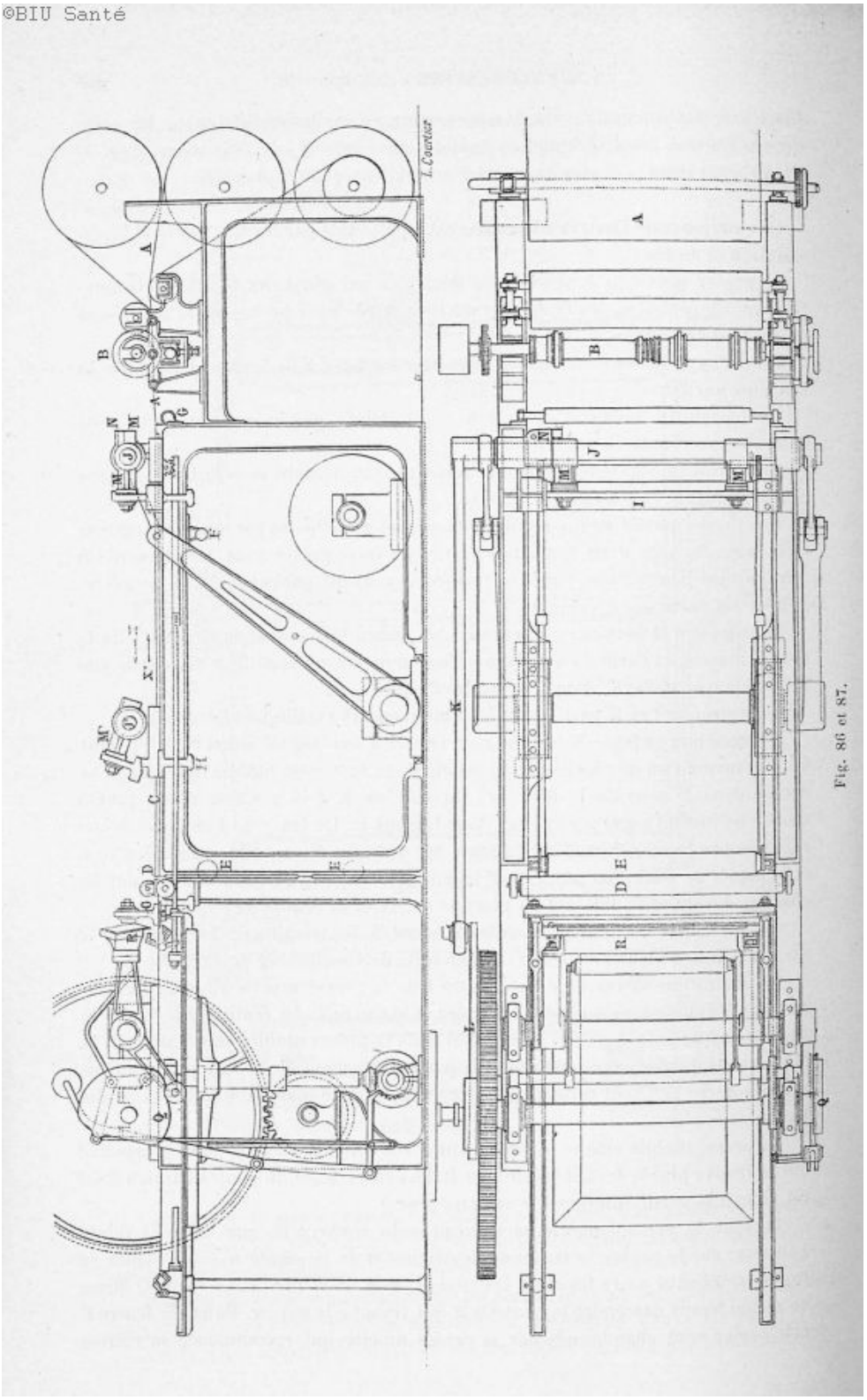


Fig. 86 et 87.

©BIU Santé

dans le sens x'. Le papier et le feutre resteront comprimés par la presse fixe

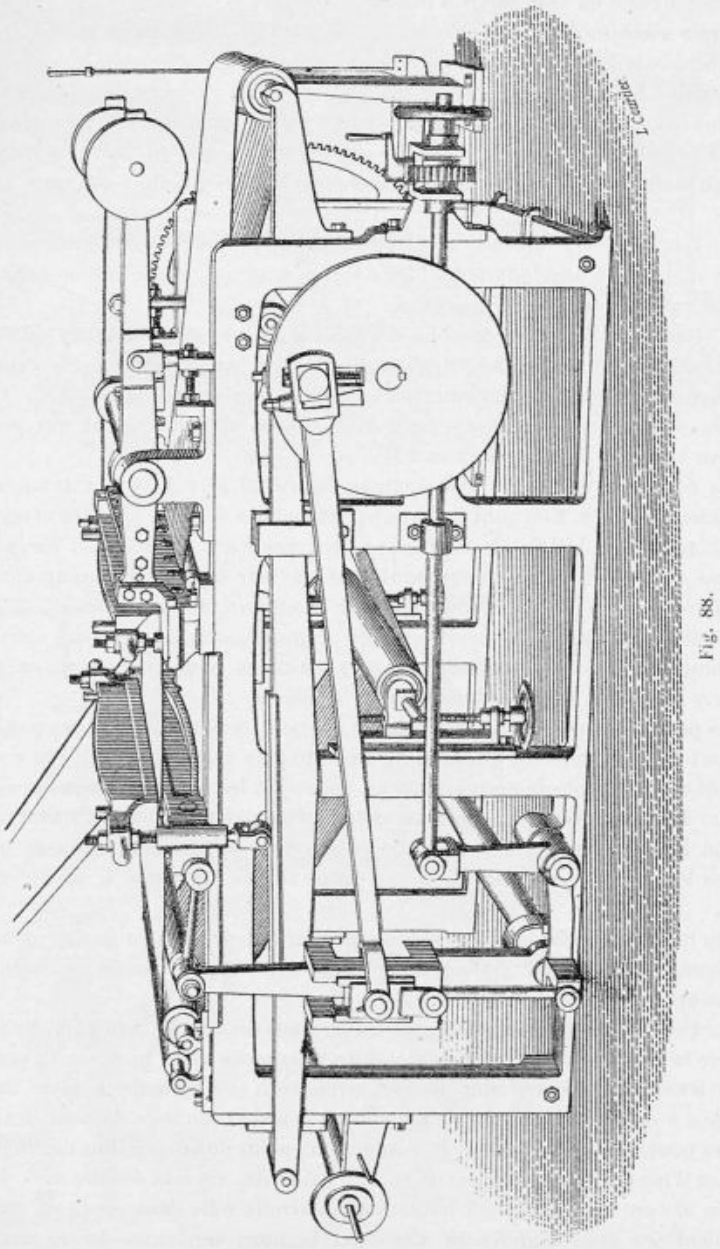


Fig. 88.

tant que la presse mobile ne recommencera pas une nouvelle course dans le sens x.

©BIU Santé

Afin de bien faire comprendre l'aspect de ces diverses machines coupeuses, nous donnons, figure 88, la perspective d'une coupeuse pour papier filigrané exposée à Paris en 1889 par M. l'Huillier.

Cette machine destinée à couper le papier filigrané ne débite qu'une feuille à la fois; elle obéit instantanément à toutes les différences de retrait provenant de la machine à papier.

Une seule ouvrière suffit à conduire la machine. Cette ouvrière placée à la sortie de la feuille, contrôle à chaque instant la position du filigrane et diminue ou augmente le format au moyen d'une manivelle qu'elle a toujours sous la main.

Le type de cette machine est celui de la coupeuse Verny, représentée figures 84 et 85, mais elle n'a qu'une seule bielle et une seule manivelle commandant deux leviers calés sur un arbre inférieur.

L'attache de la bielle sur l'un des grands leviers de commande est mobile; cette variation du point d'oscillation est obtenue par l'intermédiaire d'un levier d'équerre actionné par une tringle filetée dans une roue à vis sans fin. On voit que la rectification de la coupe peut se faire par ce mouvement qui peut être obtenu à chaque instant et en marche.

La coupeuse que nous représentons figure 89 sert à la fois à fendre et à enrouler le papier. Elle peut le découper en bandes étroites pour les usages télégraphiques, les billets de tramways, les rouleaux de toilette, les papiers-rubans etc... Nous ne nous appesantirons pas sur sa description, après ce que nous avons dit, le dessin montre bien son fonctionnement.

Enfin nous donnerons, pour terminer ce que nous avons à dire des coupeuses, plusieurs exemples de petites machines spéciales pour couper ou rogner les papiers et cartons et les billets de chemins de fer.

La petite machine représentée figure 90 peut servir à rogner les papiers ou les cartons. Son couteau, qui descend dans un plan vertical, est mû par une commande circulaire placée sous le plateau qui reçoit les papiers à rogner.

Sur l'un des côtés de la table un mètre formé par un ruban en métal, s'étend quand le butoir sur lequel s'appuie le papier à rogner est repoussé plus ou moins loin. Ce mètre s'enroule de lui-même si l'on rapproche le butoir du couteau.

Un ressort en spirale que renferme un barillet produit ce mouvement d'enroulement automatique. Quand la mesure se déroule pour accompagner le butoir le ressort est bandé.

Le couteau A est bien guidé par les flasques du bâti M; son porte-lame N se trouve relié à la traverse inférieure m au moyen de deux bielles. Au centre de cette traverse se trouve une douille taraudée n sur laquelle se meut une tige filetée o à la partie inférieure de laquelle se trouvent montées deux bielles $p\,p'$.

On peut régler exactement la hauteur du point de suspension des bielles au moyen d'un petit volant-manivelle q que fixent des vis à la douille n.

Un axe-entretoise formant bouton de manivelle relie deux roues rr' que commandent les deux pignons qq'. Ces deux pignons sont calés sur le même axe que la roue v engrenant avec le pignon u. Les bielles pp' sont fixées à cet axe-entretoise.

©BIU Santé

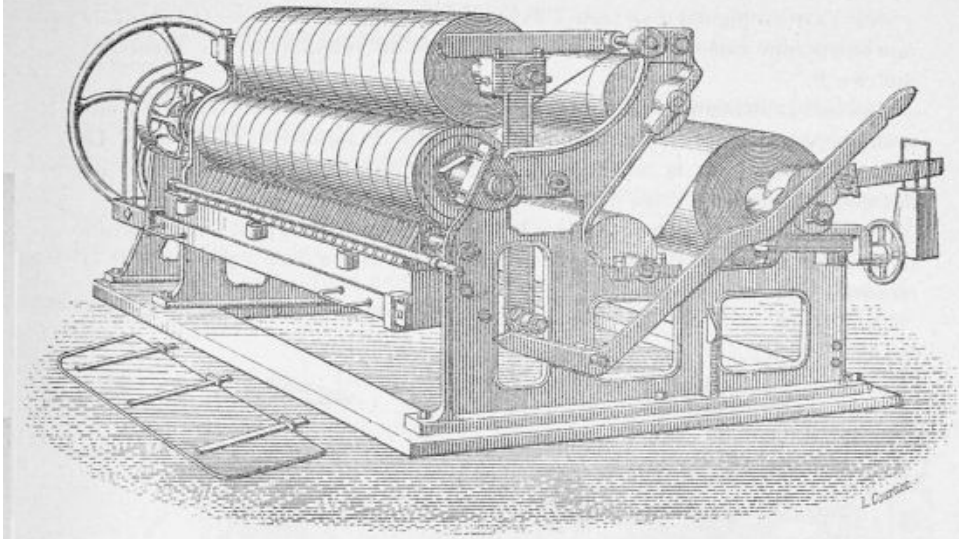


Fig. 89.

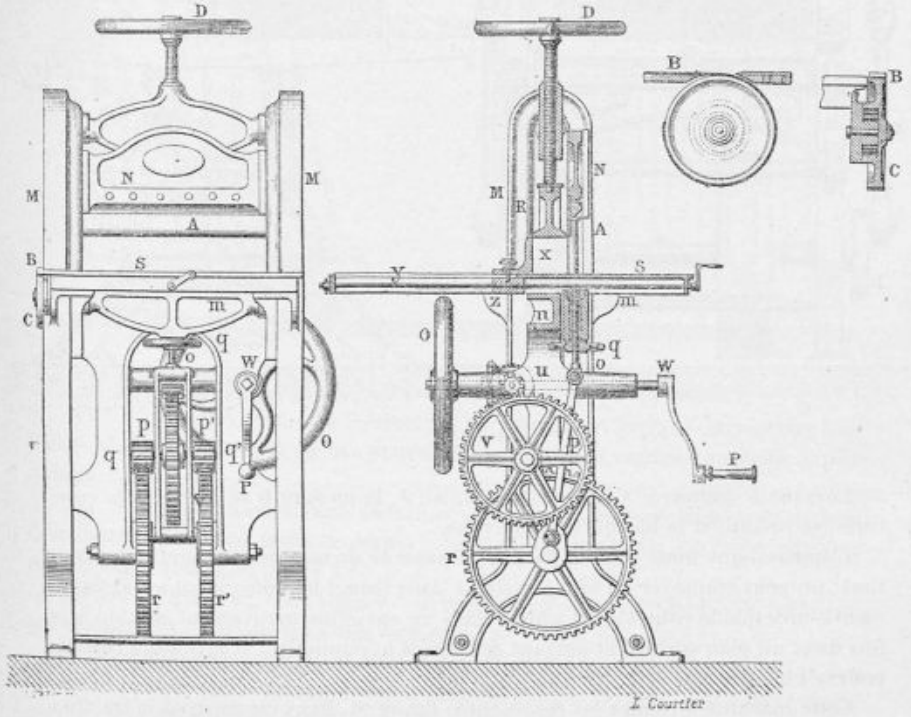


Fig. 90.

©BIU Santé

Sur l'axe du pignon *u* se trouve fixée une roue d'engrenage que fait mouvoir une autre roue calée sur un axe *w* qui porte un volant O et une manivelle motrice P.

On voit facilement qu'en faisant mouvoir à la main cette manivelle, on communiquera au couteau un mouvement alternatif de montée et de descente. Le papier est pressé sur la table par un platenu R que l'on peut faire monter ou descendre à volonté à l'aide d'une vis et d'un volant D.

Sur la tablette S se trouve placé le buttoir *x* que la vis *y* peut faire mouvoir longitudinalement. A l'extrémité de ce buttoir se trouve fixée l'extrémité de la mesure B dont nous avons parlé.

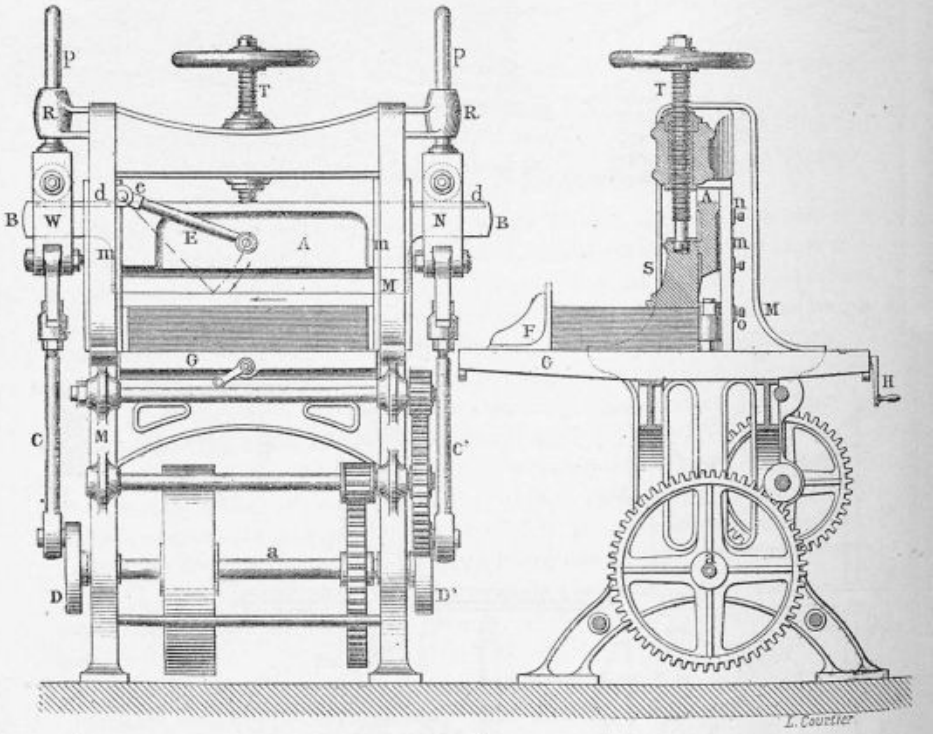


Fig. 91.

Lorsque le buttoir *x* s'éloigne du couteau A, la mesure B se déroule; le contraire se produit si le buttoir se rapproche.

L'appareil que nous venons de décrire possède un mouvement rectiligne vertical; on peut employer un autre système dans lequel le mouvement est oblique, c'est-à-dire que le couteau est animé dans ce cas d'un mouvement double à la fois dans un plan vertical et suivant des lignes horizontales; il agit alors comme pourrait le faire une scie.

Cette machine à rogner est représentée figure 91. Dans cet appareil la traction sur le porte-couteau se fait directement par des bielles assemblées aux boutons de

©BIU Santé

manivelle de plateaux calés aux extrémités d'un arbre portant un volant régulateur. Le porte-couteau A se déplace dans des coulisses verticales disposées dans les montants des bâtis M.

Ce porte-couteaux a deux bras B qui font saillie à l'extérieur des bâtis et reçoivent le mouvement que leur communiquent les bielles CC' commandées par les plateaux-manivelles DD' calés sur l'arbre moteur *a*.

Le porte-couteau A, au fur et à mesure qu'il descend, est déplacé latéralement par le levier E qui a son centre d'oscillation en *e*. Il s'ensuit que, pendant ce temps, le couteau agit suivant une ligne oblique.

Chaque bielle comprend une forte tige dont la partie supérieure taraudée est fixée à un étrier *o* assemblé avec la chape N. Dans cette chape se trouve monté

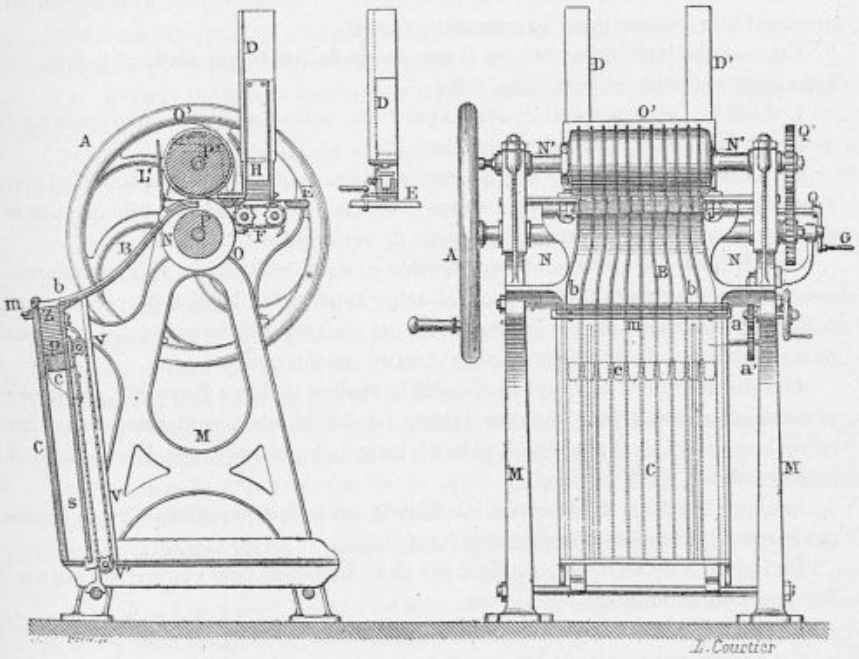


Fig. 92.

un galet *n* qui transforme le frottement en roulement lorsque la traction des bielles C s'exerce de haut en bas pour faire descendre le couteau *x* sur le papier à rogner.

Les bielles, en descendant, entraînent donc le porte-couteau A et le font descendre également, mais ce dernier descend obliquement, car il est entraîné par le déplacement du levier E.

La feuille que l'on veut rogner est maintenue en place pendant l'opération par un plateau S qu'une vis T fait mouvoir.

Le papier s'appuie sur un buttoir F qui est ajusté sur la tablette G.

Enfin la figure 92 représente une machine à rogner les billets de papier ou de carton pour chemins de fer.

©BIU Santé

Cet appareil est basé sur l'emploi de couteaux circulaires ou disques superposés qui tournent avec la même vitesse et entre lesquels passent les bandes de cartons à découper.

Des guides tubulaires reçoivent les bandes de carton. Des chaînes sans fin munies de maillons preneurs sont placées au-dessous de ces guides tubulaires. Les bandes amenées entre les couteaux sont immédiatement découpées en une dizaine de morceaux. Ces derniers tombent sur un plan incliné et s'empilent les uns sur les autres le long d'un tablier incliné également.

Les axes N N' sont montés à la partie supérieure des bâtis *n*. Sur ces axes sont fixés les couteaux-disques O O' que séparent des rondelles P P'. Des écrous servent à serrer ces couteaux qui tranchent comme des cisailles circulaires.

Sur l'axe N se trouve fixé le volant-manivelle A qui donne le mouvement au moyen d'une transmission par engrenages Q Q'.

Une surface inclinée en bronze B est munie de dents qui pénètrent dans les espaces situés entre les rondelles P P'.

Les billets découpés sont conduits par cette surface inclinée sur un tablier C occupant toute la largeur de la machine.

Les deux colonnes D D' à section rectangulaire reçoivent les bandes de carton. Une chaîne sans fin F est disposée sous chacune de ces colonnes; elle est munie de pousse-cartes placés sur quelques-uns de ses maillons.

Ces chaînes sont commandées ensemble par un petit arbre mis en mouvement par la manivelle G. Lorsque cet arbre tourne, les bandes de carton sont prises parallèlement par les pousse-cartes, une à une, et successivement amenées entre des disques O O' qui les partagent en 10 parties égales.

Chaque fragment ou billet tombe sur la surface inclinée B et vient se classer verticalement dans les cases du tablier C; les billets y sont retenus par des petits blocs *t* qui sont abaissés à volonté lorsque le nombre des billets devient trop grand.

Lorsque le tablier C est rempli de billets, on le fait basculer et on le transporte rempli de billets à la machine à imprimer.

Un appareil de ce genre, conduit par deux hommes, peut couper par jour un demi-million de billets.

L'apprêtage proprement dit commence après le coupage du papier.

Cet apprêt varie suivant les usages auxquels sont destinés les papiers, également aussi suivant leur qualité.

En général les papiers ordinaires, après avoir été coupés en long et en travers, sont inspectés assez rapidement, puis mis en rames et empaquetés.

Il n'en est pas de même des papiers fins, qui sont soumis, au contraire, à de nombreuses manipulations prenant les noms de *revoyage*, *épluchage*, *satinage*, *glaçage*.

Le revoyage consiste à examiner attentivement chaque feuille sur ses deux faces. Les impuretés, graviers, boutons, etc., sont enlevés à l'aide d'un grattoir, les taches disparaissent sous l'action de la gomme.

Le revoyage amène le chef de fabrication à faire quatre lots du papier fin fabriqué, ce sont :

1° Les bonnes feuilles;

©BIU Santé

2° Les feuilles présentant quelques petits défauts;
3° Les feuilles déchirées devant subir un recoupage;
4° Les rebuts.

GLAÇAGE, SATINAGE

Le revoyage est suivi de l'opération du satinage, lissage ou glaçage.

On dit que le papier est *satiné*, quand il est doux au toucher, un peu brillant, mais non transparent.

Le papier est *lissé*, lorsqu'il est plus uni et plus apprêté que celui sortant directement de la presse.

Enfin on dit qu'il est *glacé* lorsque, devenu glissant sous les doigts, il est très brillant et plus ou moins transparent.

Les diverses machines employées pour apprêter le papier sont les presses, les lisses et les calandres.

On emploie encore pour les papiers fabriqués à la cuve les presses à vis et à bras; puis certaines presses hydrauliques destinées à lisser certains papiers spéciaux, comme les papiers dits de sûreté.

Mais les machines le plus souvent utilisées sont les lisses satineuses ou glaceuses formées de laminoirs de divers genres et les calandres.

Les lisses satineuses ou machines à glacer sont à contrepoids ou à engrenages. Lorsqu'elles sont formées par des laminoirs, si elles n'ont qu'un cylindre, elles portent plus spécialement le nom de machines à glacer et s'emploient alors plus spécialement pour les petits formats.

Lorsque les lisses ont plusieurs cylindres, elles prennent le nom de calandres, qui peuvent avoir depuis trois jusqu'à dix rouleaux et plus.

La machine la plus ancienne et le plus souvent employée encore est une sorte de laminoir à deux cylindres en fonte dure dont la forme est immuable. L'un des cylindres reçoit le mouvement qui se communique à l'autre par frottement.

Pour lisser le papier, on l'intercale entre des feuilles de carton ou de métal, de façon que chacune d'elles touche par ses deux faces aux surfaces de deux cartons.

Un certain nombre de feuilles étant ainsi disposées sont engagées d'un côté de la lisse entre les deux cylindres qui les rendent de l'autre, après leur avoir fait subir une pression considérable.

Les cartons spécialement destinés à cet usage doivent être lissés d'égale épaisseur dans toute leur étendue, souples, inextensibles, minces et très résistants.

Les feuilles métalliques employées sont en acier, en zinc ou en cuivre. Elles doivent être exemptes de gerçures, de soufflures et d'ondulations qui détruiraient la netteté de leurs surfaces. Le lissage et le satinage s'obtiennent avec les cartons, mais le glaçage ne peut s'opérer qu'avec des cuivres.

Le nombre des passages du papier sous les cylindres détermine le fini de son apprêt. Deux ou quatre passages suffisent pour les papiers ordinaires.

©BIU Santé

Le papier qui doit être glacé est, après les quatre premiers passages, remis entre de nouvelles plaques métalliques, puis laminé dans l'ordre inverse.

La pression ne doit pas être trop forte à la première passe, parce que les filaments étant brusquement écrasés perdraient une grande partie de leur résistance.

Les papiers de luxe doivent donc subir une pression ménagée. En outre, on doit, dans la mise en paquets, les empiler avec beaucoup de soin pour empêcher la formation de marques sur les feuilles.

On a cherché à opérer le lustrage ou le glaçage des deux côtés de la feuille de papier en même temps.

Différentes dispositions de machines ont été employées pour effectuer ce lustrage perfectionné en une seule opération.

Ainsi, par exemple, le papier sortant de la machine à papier peut être introduit entre des rouleaux de pression devant d'abord aplanir sa surface, puis passer sous un rouleau glaceur ou de friction, sur plusieurs rouleaux-guides pour de là retourner sur la partie supérieure du même rouleau de friction.

Cette opération lustre ou glace le dessous du papier. En quittant le jeu de rouleaux dont il vient d'être question, le papier passe sous un autre rouleau de friction comme précédemment; après quoi, sur l'autre face, il prend le glaçage le plus beau lorsqu'il est ensuite soumis à l'action de plusieurs jeux de rouleaux glaceurs.

Au lieu de faire marcher le papier comme nous venons de l'indiquer, on peut le faire mouvoir en sens inverse, et dans ce cas le dessus du papier est lustré par le premier jeu de rouleaux et le dessous par le second jeu. Lorsque la feuille, après avoir passé dans le second jeu de rouleaux est conduite entre de nouveaux cylindres lustreurs dont chaque paire peut se mouvoir avec une plus grande vitesse que celle du papier, un lustrage ou glaçage se produit des deux côtés à la fois.

Si cependant on veut finir le papier sans le lustrer, on peut y arriver en munissant les rouleaux lustreurs et l'arbre de commande, de poulies extensibles, de façon que leurs diamètres puissent être modifiés à n'importe quel instant, pour commander le rouleau glaceur à la même vitesse circonférencielle que le rouleau presseur. L'emploi des poulies extensibles est également applicable dans le but de faire varier la vitesse des rouleaux lustreurs.

Au lieu de modifier la vitesse des rouleaux lustreurs par des poulies extensibles, on peut faire usage de combinaisons de roues et de pignons qui donnent le même résultat.

Les rouleaux lustreurs sont creux et peuvent être chauffés par de l'air ou du gaz. Dans ce cas, pour maintenir les tourillons et leurs supports à une température relativement basse, les coussinets qui reçoivent ces tourillons sont fendus de façon à présenter des espaces creux communiquant avec une alimentation d'eau quelconque. L'eau froide rafraîchit constamment les coussinets et les empêchent de s'échauffer.

Avant d'entrer dans la description des diverses machines à satiner, glacer et calandrer employées aujourd'hui, disons quelques mots d'une opération qui précède souvent le satinage ou le calandrage; nous voulons parler de l'humec-

©BIU Santé

tage de la feuille. Cet humectage se fait avec de l'eau pure ou souvent aussi avec un liquide colorant.

Les figures 93 et 94 représentent une disposition qui a pour but de distribuer sur le papier à calandrer un liquide quelconque.

La figure 93 montre l'appareil en détail.

La figure 94 fait voir quelle position l'appareil peut occuper auprès d'un rouleau calandreur.

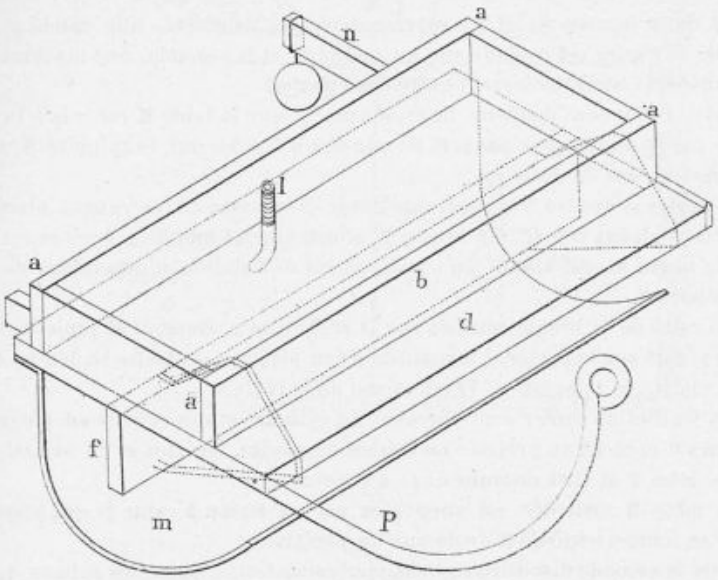


Fig. 93.

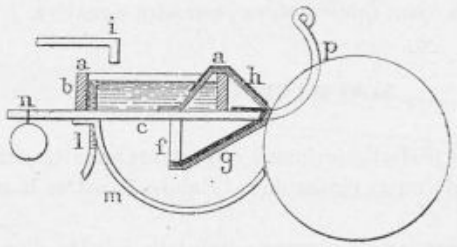


Fig. 94.

a, *b*, *c*, est un réservoir dans lequel se trouve le liquide à distribuer, le fond de ce réservoir se prolonge en avant jusqu'en *d*.

f, est une planchette transversale fixée au-dessous du réservoir parallèlement aux rouleaux calandreurs.

g, est un feutre fixé par ses deux extrémités à la planchette *f* et au fond du réservoir *d*.

h, second feutre recouvrant le premier. Mais l'une de ses extrémités est fixée au bas de la planchette *f* et l'autre plonge dans le réservoir.

©BIU Santé

i est le tuyau d'alimentation du réservoir.

l est un tuyau de trop-plein.

m est une gouttière destinée à recevoir les égouts du feutre.

n, levier servant à déplacer l'appareil de façon qu'il ne soit plus en contact avec la calandre. Le réservoir est soutenu à ses deux extrémités par des bras en fer *p* fixés aux montants de la machine à calandrer.

MACHINE A TREMPER LE PAPIER EN FEUILLES (Terme)

Les deux figures 95 et 96 représentent : la première, une machine dans laquelle le papier est enroulé sur un cylindre, et la seconde, une machine où il est transporté horizontalement entre des rubans.

Dans la première machine, le papier margé sur la table M est mis à la main feuille par feuille ou par paquets de plusieurs feuilles sur le cylindre N, animé d'un mouvement de rotation.

Le papier se trouve donc entraîné entre le cylindre et les rubans placés sur les trois rouleaux O O′ O″. La brosse P, constamment mouillée par l'eau s'écoulant du tuyau *m*, est animé d'un mouvement de rotation indépendant de celui du cylindre N.

Les crins de la brosse courbés par la règle *n* se redressent et projettent l'eau en pluie fine sur le papier. La quantité d'eau projetée peut être réglée à volonté par la vitesse de la brosse et l'inclinaison de la règle *n*.

Les feuilles de papier sont dégagées du cylindre et des rubans au moyen des docteurs R et S. L'eau projetée en dehors du papier, en haut et en bas est reçue par les tôles T et U et retombe dans un réservoir V.

La table M articulée est supportée par un levier à came *p* qui permet de régler sa hauteur suivant l'épaisseur du papier.

Dans la seconde disposition, le papier est entraîné entre les rubans *a*, et il est mouillé par l'eau que lance la brosse A, comme dans le cas précédent.

Cette machine n'est pas encore consacrée par la pratique, mais ses dispositions nous ont paru assez intéressantes pour être signalées.

MACHINE DERNIAINE

Un des premiers perfectionnements importants apportés dans la construction des satineuses ou glaceuses repose dans l'établissement de la machine dont nous allons parler.

Jusqu'alors l'opération du glaçage s'était faite à l'aide d'un laminoir à deux cylindres bien polis et bien dressés pouvant se rapprocher au moyen d'une poignée qui commandait, par l'intermédiaire d'un arbre portant deux vis sans fin et deux roues dentées, deux autres vis pressant sur les coussinets supérieurs.

Dans les anciennes machines, le papier trempé, c'est-à-dire légèrement humide, est encarté, placé, feuille à feuille entre deux plaques de zinc parfaitement dressées, et 25 feuilles ainsi réunies forment un paquet qui est engagé entre les cylindres du laminoir.

On fait quelque effort pour entrer l'extrémité des plaques de zinc, les cy-

©BIU Santé

liadres étant à une distance nécessaire pour fournir le serrage convenable, puis

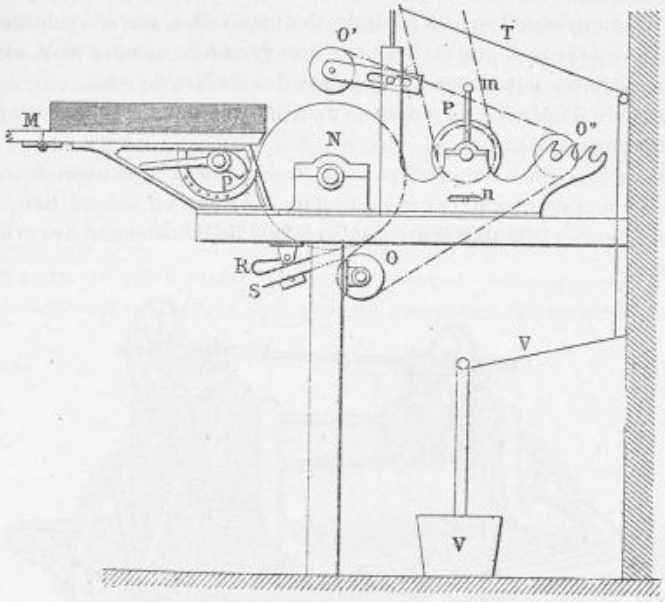


Fig. 95.

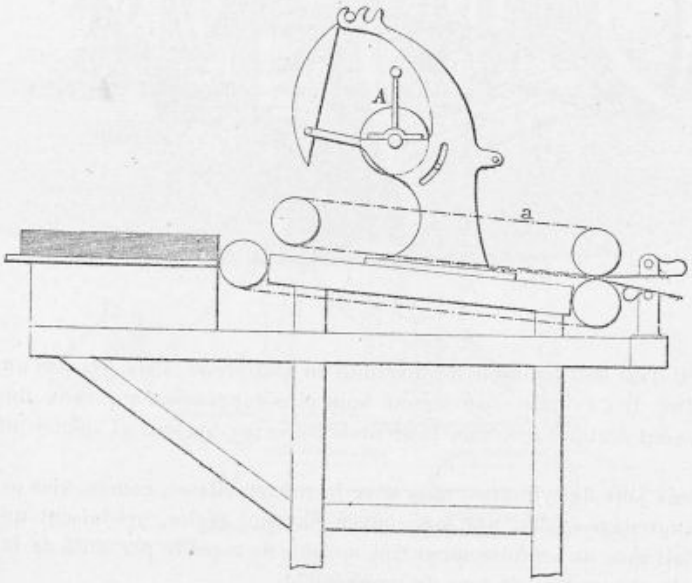


Fig. 96.

à l'aide de manivelles et d'un moulinet on fait tourner le cylindre inférieur pour forcer le passage des plaques.

©BIU Santé

Lorsque les plaques sont sur le point de s'échapper des cylindres, on diminue un peu l'écartement de ceux-ci, puis on donne une nouvelle pression pour faire passer par un mouvement en sens contraire des manivelles, une seconde fois entre les cylindres, les plaques rapprochées par une première compression, et le glaçage est terminé. On sépare ensuite le papier des feuilles de zinc.

Cette manière d'opérer a reçu dans la machine qui nous occupe deux perfectionnements importants.

En premier lieu, on a remplacé par une transmission mécanique le mouvement imprimé à la manivelle par la main d'un ouvrier; en second lieu, on ne laisse pas à l'ouvrier le soin d'apprécier le réglage de l'écartement des cylindres.

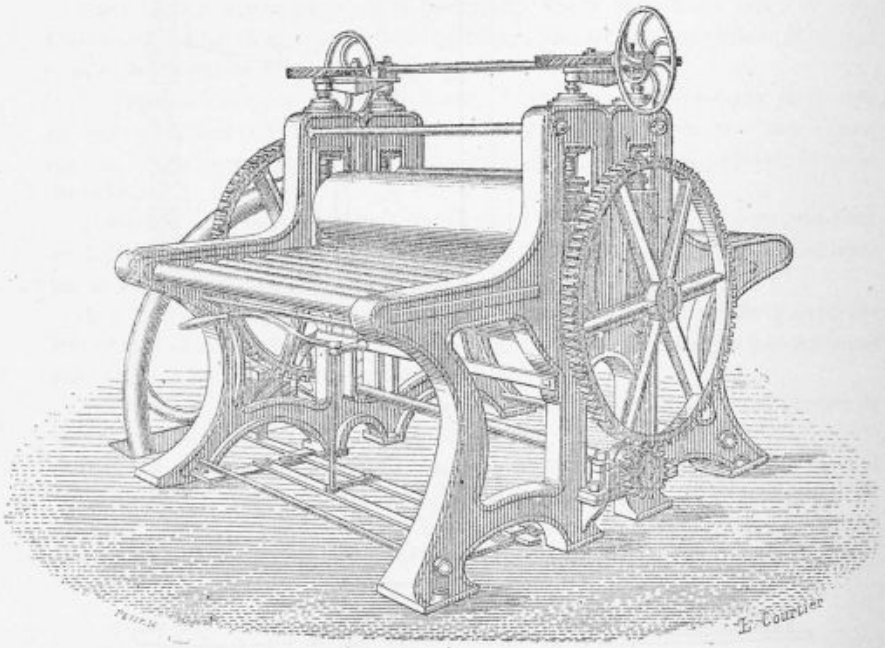


Fig. 97.

Au lieu d'un seul laminoir, la machine en comprend deux, placés l'un derrière l'autre. Les cylindres du second sont plus rapprochés que ceux du premier, ils sont destinés à donner la seconde passe par un seul et même mouvement.

Ces deux jeux de cylindres, mus avec la même vitesse, commandés par des roues d'engrenage égales, une fois convenablement réglés, produisent un glaçage parfait avec un accroissement très notable de rapidité par suite de la suppression du changement de sens du mouvement.

Quand des papiers d'épaisseur différente doivent être laminés en même temps, on atteint le degré de pression convenable en ajoutant ou en ôtant une des feuilles minces de zinc qui entrent dans chaque paquet.

©BIU Santé

La figure 97 représente un appareil semblable à celui que nous venons de décrire.

En résumé, le laminoir à quatre cylindres active beaucoup le travail, car, au moyen d'un serrage un peu plus fort d'une des paires de cylindres, on peut glacer en une seule passe au lieu de ramener le papier une seconde fois sous le laminoir.

Une machine de ce genre ayant des cylindres de 1 mètre de long peut coûter, à Paris, environ 5.000 francs.

MACHINES A CALANDRER

Nous avons dit que le satinage du papier pouvait s'effectuer aussi à l'aide de machines nommées calandres, qui peuvent comporter un nombre variable de

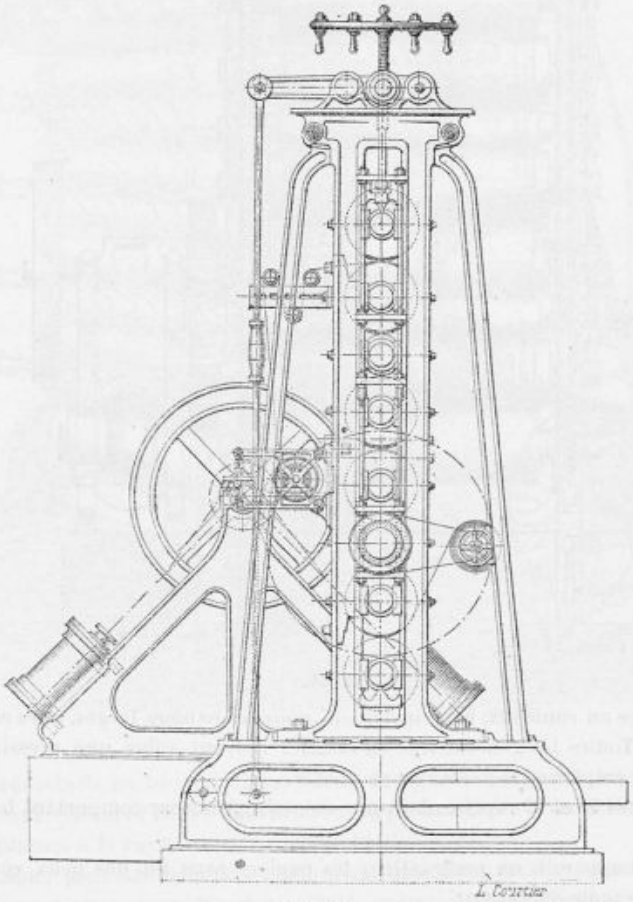


Fig. 98.

cylindres. Ces calandres sont indispensables lorsque l'on veut lisser le papier en roulcaux.

©BIU Santé

Dans ce cas, le papier est d'abord enroulé sur des cylindres placés en tête de la calandre; lorsque celle-ci est composée de trois cylindres, dont deux en métal et le troisième, celui du milieu, en papier, on fait d'abord passer la feuille entre le premier et le second cylindre, puis elle repasse entre celui-ci et le troisième qui est à la partie inférieure.

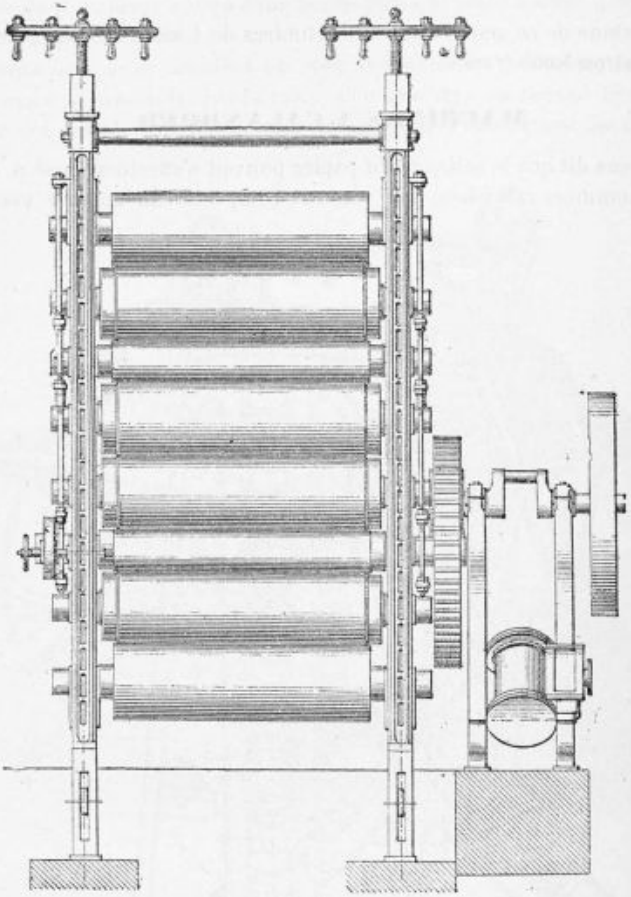


Fig. 99.

Le lissage en rouleaux, principalemen. pour les papiers larges, offre certaines difficultés. Toutes les génératrices en contact doivent subir une pression uniforme pour empêcher le papier de se plisser.

Les figures 98 et 99 représentent une calandre à satiner comportant huit rouleaux.

Avec cet appareil, on peut satiner les papiers sans fin des deux côtés à la fois, en une seule opération.

En adaptant la calandre au satinage continu des papiers sans fin, on réalise une grande économie de main-d'œuvre et l'on évite l'emploi toujours très onéreux des feuilles métalliques en usage dans les presses à satiner ordinaires.

©BIU Santé

La machine se compose de deux châssis verticaux disposés de façon à rendre facile le changement des huit rouleaux auxquels ils servent de supports.

Deux de ces rouleaux sont en fonte, ils ont 0m,40 de diamètre. Deux autres rouleaux creux, fondus en coquille, ont 0m,25 de diamètre. Les quatre derniers rouleaux sont en papier mâché ou en coton comprimé à la presse hydraulique, leur diamètre est égal à 0m,40.

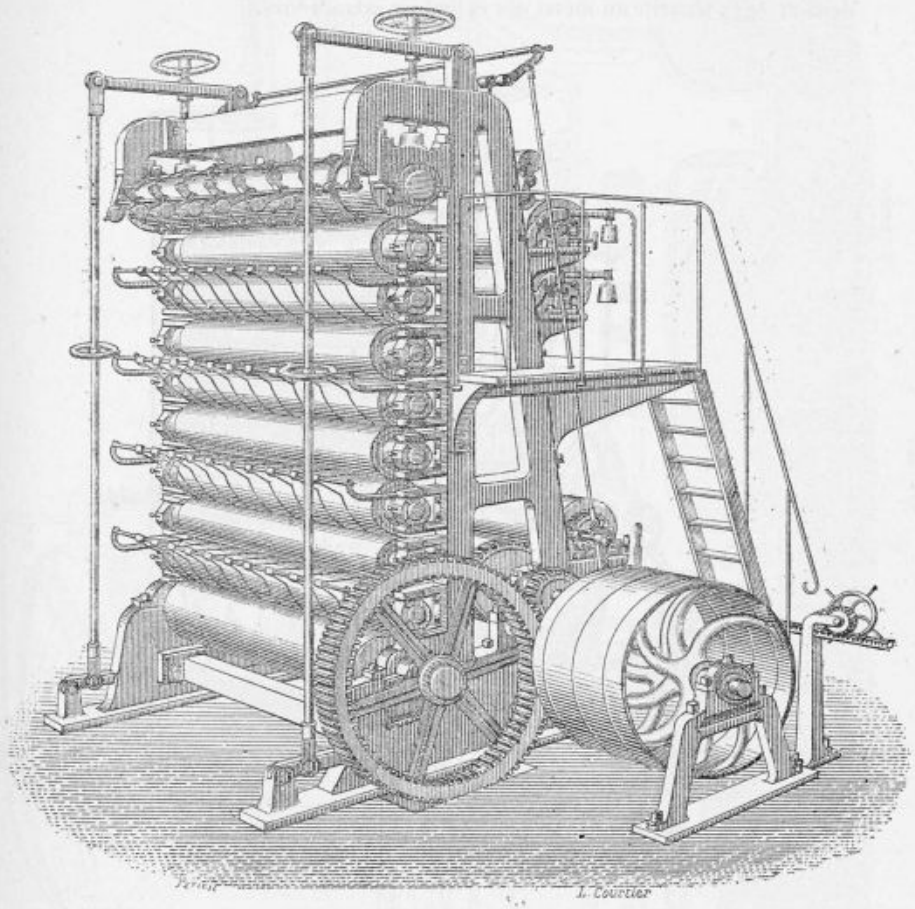


Fig. 100.

Les coussinets en bronze glissant dans des guides verticaux, la pression est donnée aux cylindres en les faisant mouvoir, soit à l'aide d'un levier, soit avec les vis placées à la partie supérieure des bâtis.

Le papier peut être trempé à l'aide d'une machine spéciale comme celles que nous avons décrites précédemment. Cette opération n'est d'ailleurs nécessaire que pour certaines qualités de papier.

Le papier est amené à la calandre à l'aide d'un dévidoir; il est enroulé à nouveau à sa sortie de la machine. Chaque côté du papier reçoit le même degré

©BIU Santé

de glaçage qui s'augmente en raison inverse de la vitesse imprimée à la machine.

Une machine à vapeur fixée sur le bâti permet de faire varier la vitesse de la calandre en raison de la qualité et de la largeur du papier passant aux rouleaux, ainsi que du degré de glaçage que l'on veut obtenir. Les rouleaux creux sont chauffés par la vapeur d'échappement.

La perfection du satinage dépend aussi beaucoup de la densité de l'homogénéité et de la ténacité du métal des cylindres calandreurs.

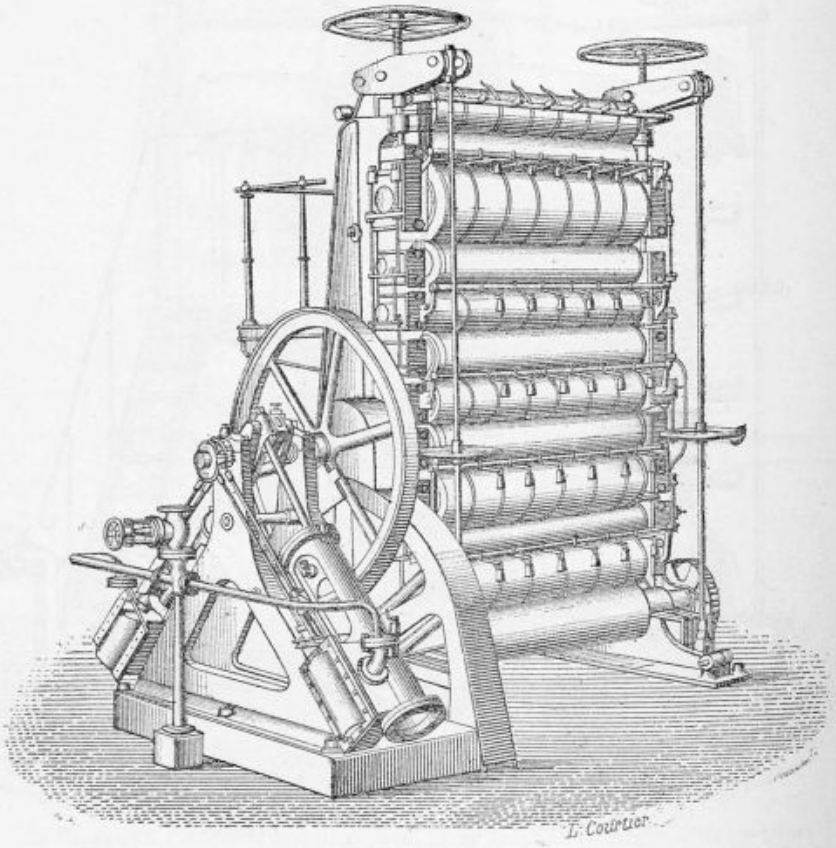


Fig. 101.

La calandre que représente la figure 100 est construite par M. L'Huillier. Elle a 10 rouleaux. Cette machine s'emploie spécialement pour le glaçage des papiers d'impression et pour ceux destinés à la chromolithographie.

Cette machine est susceptible de donner une grande production sans déchet.

Comme on le voit, les cylindres sont guidés par de rigides bâtis, et leur entraînement se fait sans vibration. Le mouvement principal est donné à la machine par l'intermédiaire de deux engrenages mus par des poulies.

©BIU Santé

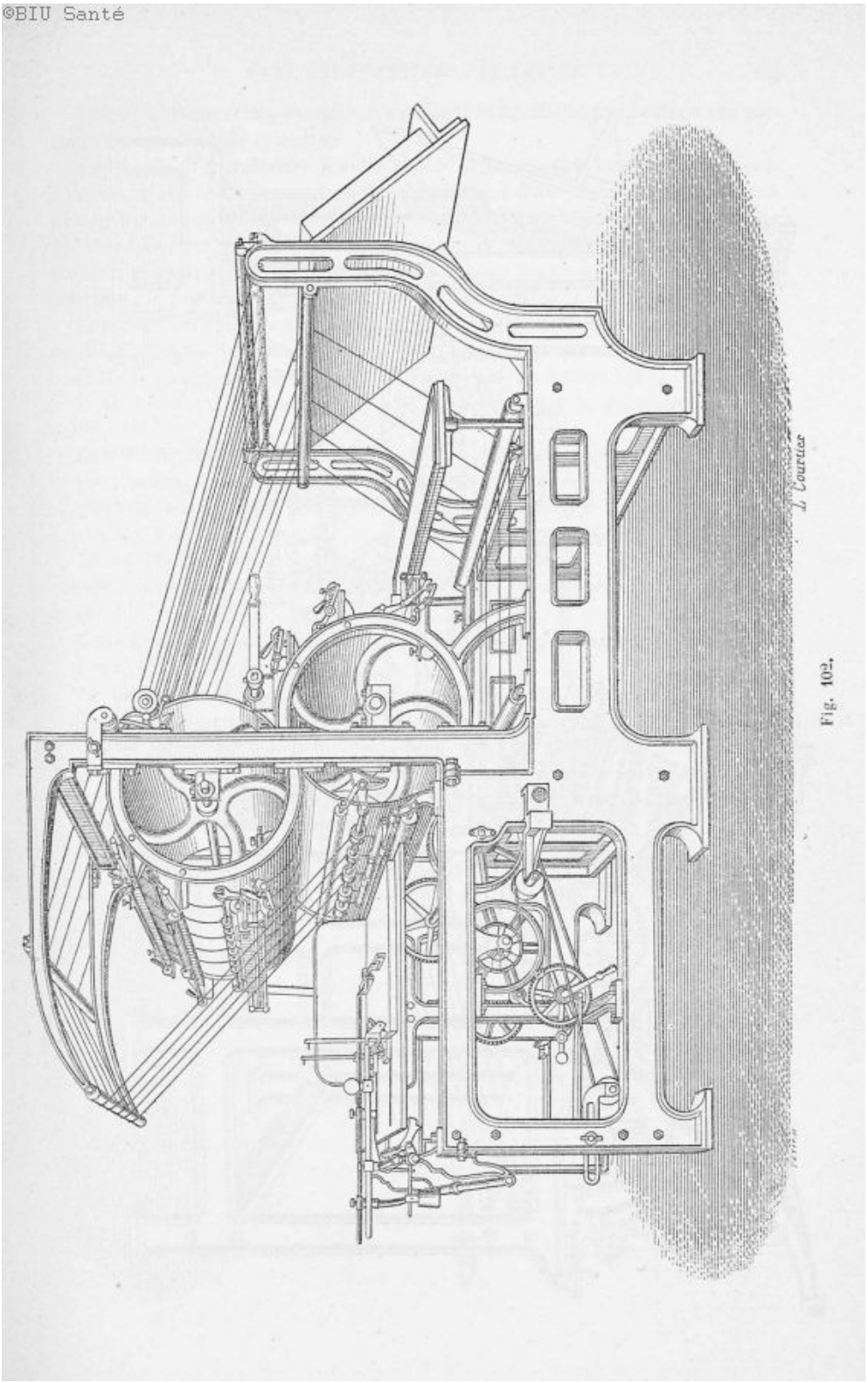


Fig. 102.

©BIU Santé

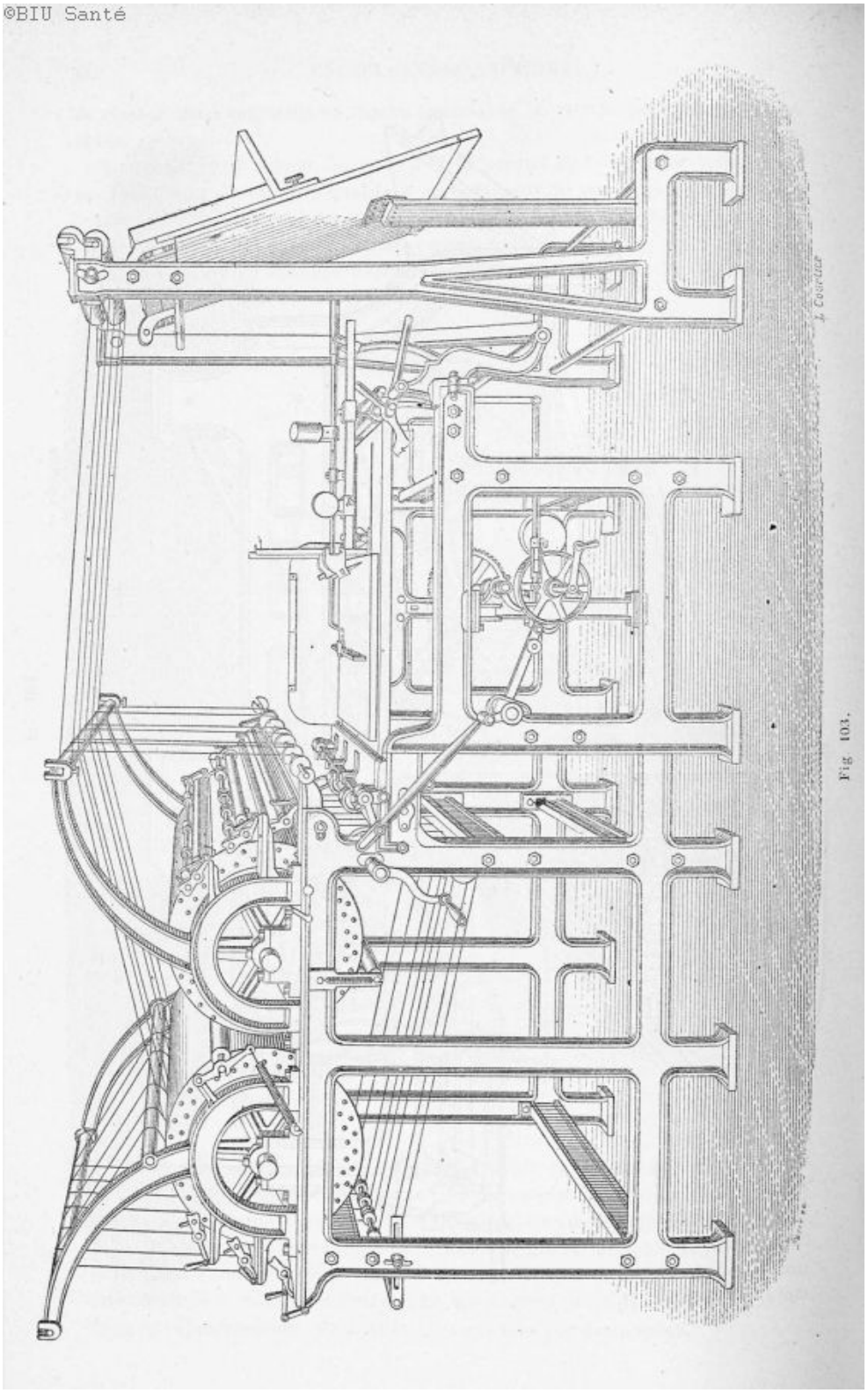


Fig. 103.

©BIU Santé

Des détacheurs et des conducteurs guident la feuille de papier dans son parcours complet sur les cylindres.

La marche de la calandre peut atteindre 60 mètres par minute. Enfin, nous donnons figure 101 la perspective d'une calandre à douze rouleaux, mue directement par une petite machine à vapeur oscillante fixée à son bâti. Les rouleaux de cette calandre sont en papier; ces rouleaux sont fabriqués à l'aide d'une presse hydraulique pouvant produire une pression dépassant 3 millions de kilogrammes; le papier ainsi comprimé devient excessivement dur et durable.

Lorsque l'on veut régler le papier en noir ou en couleur, on emploie des machines à régler dans la description détaillée desquels nous ne pouvons entrer, nous en donnerons cependant deux exemples dans les figures 102 et 103.

Ce sont des machines à régler et à quadriller munies de pousseurs automatiques.

La machine 102 peut produire 5.000 feuilles à l'heure du format 46 centimètres sur 36, très bien réglées des deux côtés en une, deux ou trois couleurs simultanément. Elle peut être desservie par un seul ouvrier et fonctionner soit à bras, soit à vapeur.

La machine 103 sert à régler les registres; elle est dite à double cylindre. Le pousseur automatique qui lui est adjoint pousse les feuilles très régulièrement.

Cette machine peut régler 30 rames de grand-livre en dix heures de travail avec un seul ouvrier.

Les diverses opérations que comprend la fabrication du papier ordinaire de chiffons se terminent par le comptage et la mise en rames.

On sait qu'une rame se compose de 500 feuilles ou de 20 mains de 25 feuilles. Des ouvrières spéciales très habiles sont occupées à compter les feuilles. Puis les rames de papier sont placées le soir sous une presse pour être empaquetées le lendemain.

©BIU Santé

CHAPITRE IV

EMPLOI DU BOIS DANS LA FABRICATION DU PAPIER

Le bois est devenu depuis une dizaine d'années incontestablement le plus important succédané des chiffons.

L'idée d'employer la partie fibreuse du bois pour en fabriquer du papier est assez ancienne. Dès l'année 1801, Mathias Koops prit en Angleterre un brevet qui fait date historique et dans lequel il déclare que l'on peut fabriquer du papier avec de la paille, avec les déchets de chanvre et de lin, enfin avec diverses sortes de bois et d'écorces, en les trempant ou en les faisant bouillir dans l'eau, à laquelle on ajoute dans certains cas de la potasse ou des cristaux de soude.

Aujourd'hui, l'industrie prépare trois espèces de pâtes à base de bois; on les désigne sous les noms suivants :

Pâtes mécaniques;

Pâtes chimiques;

Pâtes demi-chimiques.

Pâtes mécaniques. — Cette expression consacrée par l'usage industriel est évidemment impropre, et nous partageons entièrement sur ce point l'opinion de M. Hoffmann.

Le bois défibré, à quelque degré de finesse qu'il soit réduit, n'est en réalité que du bois divisé, dont les fibres sont toujours recouvertes de leurs substances incrustantes.

En désignant ce produit industriel par la dénomination de bois défibré, on en indiquerait clairement le mode de fabrication. Sous la désignation de pâte de bois, on peut le confondre avec la cellulose de bois ou bien avec la pâte préparée chimiquement.

Le nom scientifique de cellulose donné à la pâte chimique de bois n'est pas plus juste, puisque la pâte de bois, de coton ou de paille, et en général de toutes les fibres pures, peut avoir droit à la même dénomination.

Il serait d'autant plus nécessaire de se servir de dénominations plus exactes

©BIU Santé

qu'on ne peut prévoir aujourd'hui quelles autres matières pourront fournir encore des fibres pour la fabrication, ni quelles seront les distinctions à établir entre les pâtes employées actuellement et celles que l'avenir pourra faire découvrir.

On s'accorde à reconnaître aujourd'hui que l'invention de l'appareil ayant fonctionné d'une façon pratique pour la préparation de la pâte de bois mécanique est due à l'allemand Keller, mais la machine en elle-même porte le nom de Vœlter.

La pâte mécanique a généralement la fibre très courte. Elle est douée d'une très faible énergie au feutrage; il s'ensuit qu'on ne peut l'employer pour la fabrication des papiers devant être à la fois fins et solides. En revanche, cette pâte est d'un prix de revient minime, ce qui fait qu'elle est très employée dans la confection des papiers ordinaires.

La fabrication est fort simple; elle est entièrement mécanique ou à peu de chose près. Il s'ensuit aussi qu'elle exige des forces motrices considérables, car un cheval-vapeur ne produit guère qu'une dizaine de kilogrammes de pâte sèche par 24 heures.

Une des premières usines travaillant le bois mécaniquement fut établie en Allemagne par M. Vœlter en 1865. Depuis, et surtout après l'exhibition qui fut faite de ce système à l'Exposition universelle de 1867, ce mode de fabrication se répandit rapidement. La Suède et la Norvège surtout virent dans l'application de ce système un moyen lucratif d'exploitation pour leurs immenses forêts, et de nombreuses papeteries ou plutôt des fabriques de pâte se montèrent dans ces contrées.

Nous verrons plus tard quelle est l'importance actuelle de cette industrie dans les pays scandinaves.

Dans la fabrication de la pâte mécanique, le bois n'étant soumis qu'au défibrage par une meule, toute la matière constitutive du bois reste dans la pâte, qui conserve sa dureté. Cette matière, pressée et séchée, se délaye souvent avec difficulté et donne fréquemment lieu à la formation de boutons, de sorte que les papiers d'impression qui en renferment mettent assez promptement hors de service les caractères d'imprimerie.

Les essences de bois le plus fréquemment employées sont le sapin, parce qu'il est en grande quantité, puis le bouleau, le tremble, le platane, à cause de la blancheur naturelle des pâtes qu'ils produisent.

Le procédé Vœlter consiste à râper du bois continuellement mouillé, appuyé parallèlement à ses fibres, contre la surface cylindrique d'une meule en grès.

Le *défibreur* est une meule de grès qui doit user et désagréger les fibres ligneuses.

Viennent ensuite une série de tambours garnis de toiles métalliques de plusieurs numéros, séparant les fibres par un tamisage dans l'eau.

Enfin, un raffineur a pour but de convertir les pâtes des numéros inférieurs en pâtes affinées.

L'opération est conduite comme suit :

Le bois étant au préalable débité en tronçons d'environ 35 centimètres de long, est ensuite écorcé, puis porté au défibreur.

©BIU Santé

Le défibreur comprend une meule en grès ayant environ 1m,200 de diamètre sur 0m,40 d'épaisseur.

L'axe de cette meule est généralement horizontal; sa vitesse est d'environ 150 tours par minute. Comme nous l'avons dit précédemment, la force absorbée par cet outil est considérable; une machine Vœlter absorbant 50 chevaux-vapeur ne produit pas plus de 500 kilogrammes de pâte sèche par jour.

La meule défibreuse tourne entre deux bâtis consolidés par des entretoises. Des parois pleines encadrent la meule et constituent des chambres où se placent les bois à défibrer. La meule tournante forme le fond de ces chambres.

Des sabots en fonte et en bois fixés à l'extrémité de tiges filetées s'avancent lentement et pressent les morceaux de bois contre la meule; ces sabots reçoivent leur mouvement de progression de la meule elle-même par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'un écrou. Un autre défibreur à axe vertical avec pression à levier est représenté figure 104. Enfin, la figure 105 représente un nouveau

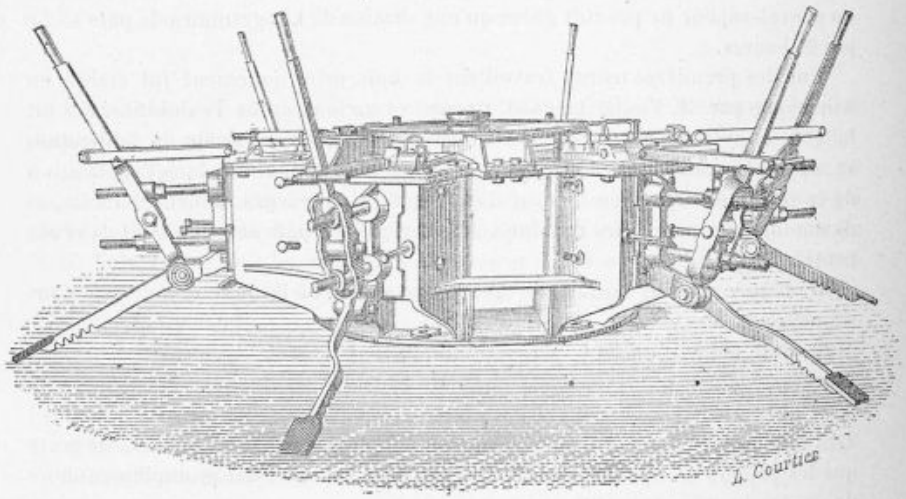


Fig. 104.

défibreur appelé tangentiel, construit par MM. Escher Wyss, qui produit une pâte à longue fibre très recherchée pour la fabrication des cartons-bois de première qualité et les papiers d'impression. La pâte ainsi produite peut alors lutter avec la pâte chimique.

Lorsque l'on applique ce dernier appareil, on le fait suivre de la machine représentée figure 106, qui est un assortisseur centrifuge destiné à classer la pâte en long obtenue par les défibreurs tangentiels.

Quoi qu'il en soit, les morceaux de bois étant défibrés, on enlève la meule avec le sabot extrême, et l'on recharge l'appareil avec de nouvelles bûches.

Une fente qui se trouve dans le fond de chaque cloison laisse échapper une lame d'eau qui mouille la meule constamment.

La pulpe que l'on obtient ainsi est délayée dans l'eau, puis arrive dans les tambours tournants garnis de toiles métalliques dont les numéros sont gradués.

©BIU Santé

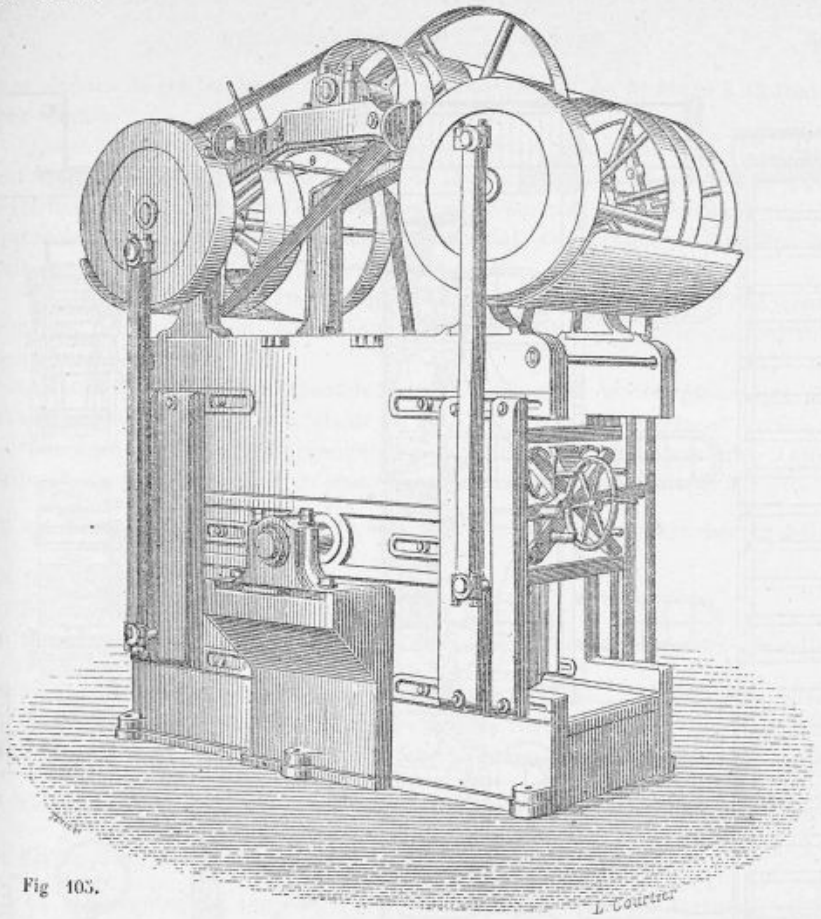
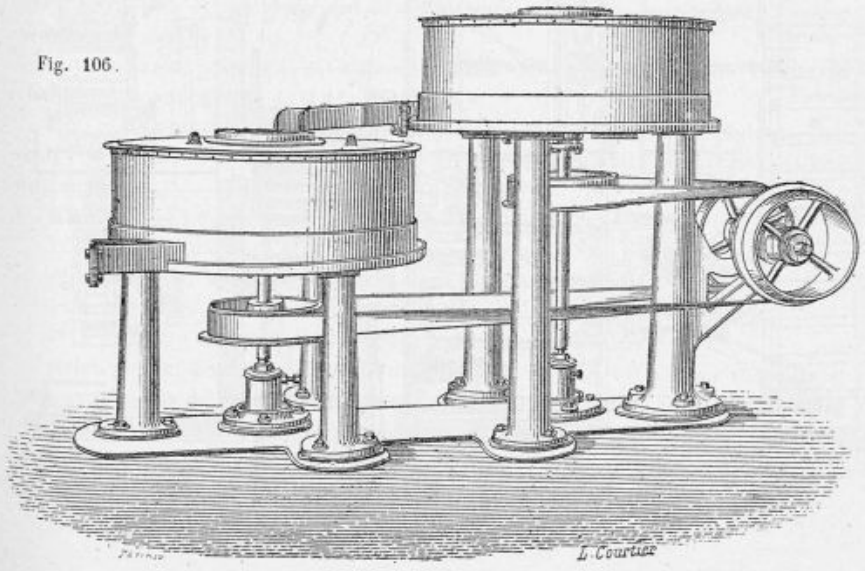


Fig. 105.

Fig. 106.



©BIU Santé

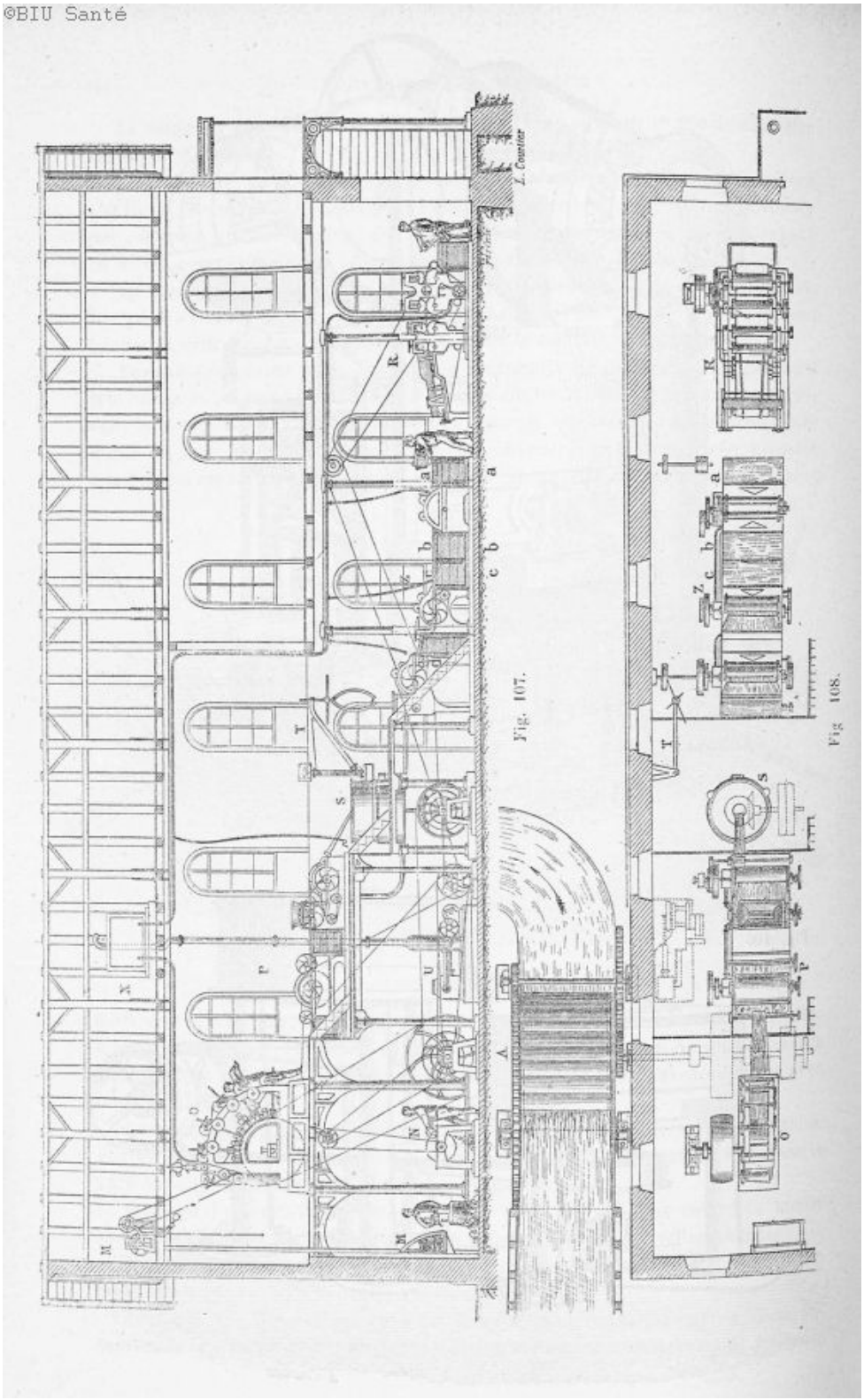


Fig. 107.

Fig. 108.

©BIU Santé

Les vitesses de ces tambours diminuent successivement de 30 tours à 15 tours par minute.

Les tambours tournent sur deux tourillons creux dans une caisse où la pâte est renfermée. La partie la plus grosse de la pâte est alors retenue à la surface extérieure du tambour; de là elle est entraînée par des petits rouleaux pleins qui la font tomber dans un compartiment spécial. On voit que le tamisage se fait ainsi de l'extérieur à l'intérieur.

Au travers de la toile métallique passe la pâte la plus fine qui sort d'une façon continue par l'arbre creux du tambour pour se rendre dans la caisse renfermant le tambour suivant.

Au dernier tambour effectuant le dernier tamisage il ne doit passer que de l'eau. La toile de ce dernier tambour est donc d'un tissu excessivement serré.

Les figures 107 et 108 représentent en élévation et en plan l'ensemble d'une usine Vœlter supposée mise en mouvement par une roue hydraulique A.

M est un monte-charge qui élève le bois depuis le sol jusqu'au plancher du défibreur O.

N Scie circulaire débitant le bois en bûches.

O Défibreur.

P Épurateur qui sert à enlever les éclats de bois, et à séparer la pâte fine de celle qui doit se rendre au raffineur.

S Raffineur formé par deux meules horizontales.

T Grue servant à manœuvrer les meules pour le rhabillage.

U Pompe élevant l'eau nécessaire à la fabrication jusque dans le réservoir X qui alimente les divers appareils.

Z Assortisseur divisant la pâte suivant les différents degrés de finesse et l'envoyant dans les caisses *a*, *b*, *c*, *d*.

R Presse-pâtes servant à égoutter les pâtes avant leur expédition.

Ce presse-pâtes est représenté spécialement figure 109. Au sortir de cette dernière machine, les rouleaux de pâte comprimée renferment encore environ 50 p. 100 d'eau et sont souvent expédiés dans cet état à la fabrique à papier proprement dite.

Souvent aussi cette pâte est séchée, avant d'être expédiée, dans des cylindres chauffés à la vapeur.

Différents points de cette fabrication mécanique ont naturellement donné lieu dans ces dernières années à divers perfectionnements. Nous en avons déjà cité quelques-uns.

MM. Bell, de Lucerne, ont surtout cherché :

1° A obtenir une pâte plus fine et plus uniforme;

2° A diminuer le plus possible la force motrice employée;

3° A simplifier les installations, ce qui les rend moins coûteuses;

4° A produire une pâte susceptible de se conserver.

Relativement à la finesse et à l'uniformité de la pâte, on a reconnu qu'il est plus avantageux de presser moins fortement le bois contre la meule, c'est-à-dire de produire pour une surface donnée de la meule une quantité de pâte moindre, ce qui diminue en même temps et notablement la force motrice nécessaire à la confection d'une quantité donnée de pâte.

©BIU Santé

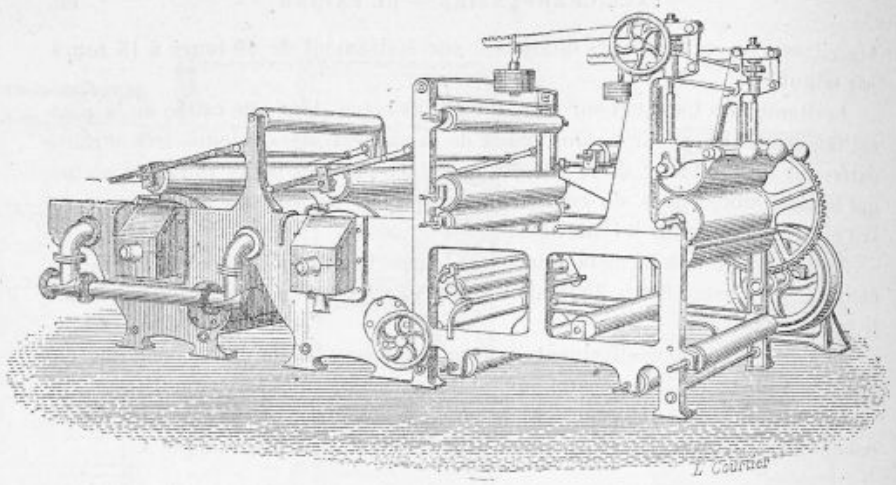


Fig 109.

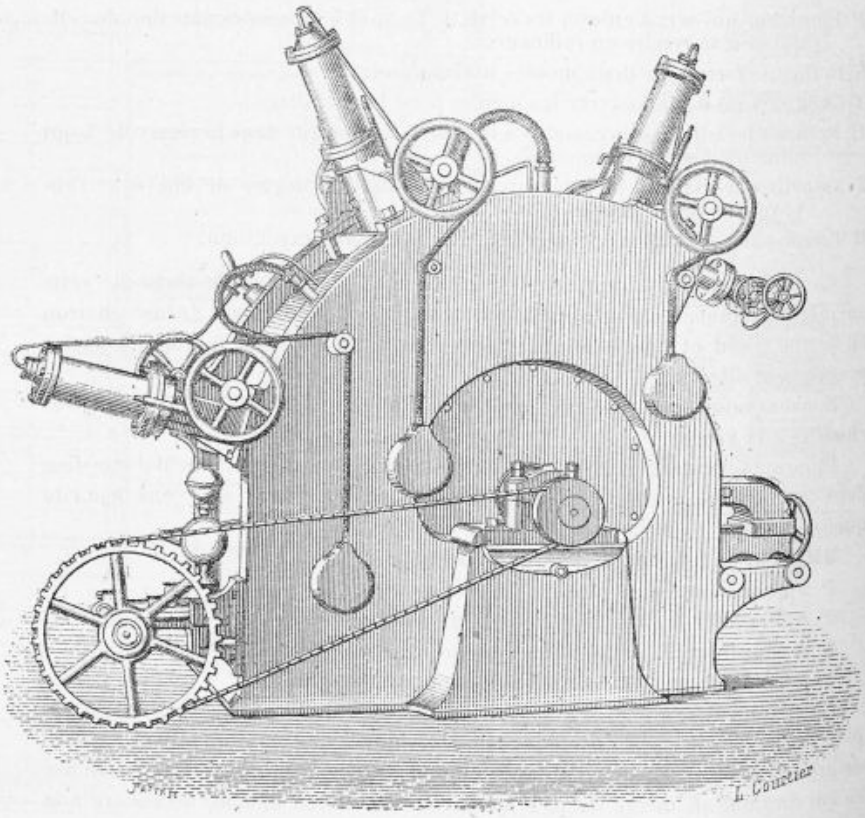


Fig 110.

©BIU Santé

Un autre perfectionnement qui a pour résultat d'obtenir un produit uniforme, consiste dans l'emploi de la pression hydraulique appliquée au défibreur.

Ce système est représenté figure 110.

Il est certain qu'une meule de grande dimension ne peut pas décrire un cercle parfait. Les meilleures meules sont en partie irrégulières; leur circonférence finit par présenter des inégalités qui disparaissent quand on les aiguise. Ces inégalités sont cause que les poids qui pressent le bois contre la meule sont animés de mouvements de montée et descente continuels.

Ces oscillations produisent sur le bois une pression irrégulière, plus faible quand le bois descend, plus forte quand il monte.

L'emploi de la pression hydraulique évite presque entièrement ces irrégularités dans la pression du bois contre la meule. En outre, le soulevage des poids, qui est une opération très fatigante inhérente à l'emploi des presses à levier, se trouve ainsi supprimé. Il s'ensuit que l'ouvrier qui dessert la machine n'a plus à s'occuper du pressage proprement dit.

Pour réduire au minimum la force motrice nécessaire et pour simplifier le mécanisme, on a reconnu qu'on pouvait employer avec avantage des meules de dimensions considérables. Aujourd'hui donc on emploie souvent des meules ayant $1^m,80$ et plus de diamètre sur $0^m,50$ de large au moins. La puissance de la machine a été augmentée et portée à 100 chevaux au lieu de 50. Mais aussi la quantité de pâte ou de bois défibré a plus que doublé : elle peut atteindre 1.500 kilogrammes par 24 heures.

Le bois à broyer est débité sur une plus grande longueur : de là économie de main-d'œuvre, diminution dans le déchet.

En outre, la pureté des produits, leur facilité de conservation ont augmenté par suite de l'accroissement dans la force des machines.

La conservation de la pâte de bois humide dépend aussi beaucoup de la nature de l'eau et de l'époque à laquelle l'arbre a été abattu. Si l'eau est chargée en matières organiques, la pâte se conservera difficilement à l'état humide; on devra la sécher.

Pour que la pâte puisse se conserver à l'état humide, il est nécessaire que l'arbre ait été abattu en hiver et conservé à l'abri du soleil dans un endroit bien aéré.

Lorsque le mouvement de la meule est doux, le bois est pressé plus régulièrement contre elle et broyé plus régulièrement.

Lorsque la pression est forte, la pâte obtenue est grossière et la force motrice nécessaire est plus considérable, mais aussi on obtient une plus grande production.

On sait maintenant par expérience que si la pression à laquelle on soumet le bois est faible, la pâte sera d'autant plus fine et plus régulière, et la production par cheval-vapeur plus considérable.

Enfin, si l'on augmente l'arrivée de l'eau pendant l'opération, la force motrice, toutes choses égales d'ailleurs, sera diminuée.

D'autres modifications ou perfectionnements ont été apportés au système Vœlter, notamment en France par M. Bergès, dès le début en 1865.

Ces perfectionnements résidaient principalement dans l'application que nous avons déjà signalée de la pression hydraulique au défibreur; le raffineur avait

©BIU Santé

aussi été modifié, on avait employé des meules verticales, de plus on avait appliqué au défibreur un régulateur particulier dit clepsydre, sur lequel nous donnerons quelques détails.

Ce régulateur consiste en un vase cylindrique recevant par sa partie supérieure une quantité d'eau proportionnelle au temps, et perdant d'un autre côté, au moyen d'une pompe mise en mouvement par le défibreur, une quantité d'eau proportionnelle à la vitesse de celui-ci.

Il en résulte que le niveau de l'eau dans le vase cylindrique ne sera constant que lorsque la pompe épuisera autant d'eau qu'en donnera le clepsydre, c'est-à-dire lorsqu'elle fera toujours dans le même temps le même nombre de tours. Au contraire, le niveau baissera lorsque le défibreur ira plus vite, et ce niveau s'élèvera lorsque le défibreur ira plus lentement.

Ceci posé, admettons que le poids de la soupape de sûreté des pompes d'injection soit en bois, et qu'il soit placé avec un peu de jeu dans le vase cylindrique comme le serait un flotteur. Supposons encore que le poids de ce flotteur soit tel que la soupape soit complètement déchargée lorsque l'eau a atteint un niveau déterminé, et que la pression augmente au fur et à mesure que baisse le niveau inférieur. Il en résultera que le défibreur ne pourra jamais s'écarter de la vitesse de régime déterminée par l'ouverture de l'orifice d'admission d'eau.

En effet, si la machine se ralentit, la pompe extrait moins d'eau et le niveau s'élève. La soupape est alors baignée davantage et perd de son poids. Les tasseaux étant moins pressés font éprouver moins de résistance à la meule dont la vitesse augmente.

Si au contraire la machine s'accélère, le niveau de l'eau baissera, la soupape étant alors plus chargée, les tasseaux presseront davantage, et le défibreur étant plus chargé, devra se ralentir.

Nous avons fait pressentir précédemment quels étaient les avantages et quels étaient les défauts de la pâte de bois fabriquée mécaniquement. En général, cette pâte n'a point pour résultat de concourir à la ténacité de la feuille de papier, car ce rôle est réservé au chiffon ainsi qu'aux pâtes chimiques. Mais la fabrication du papier ne trouve pas moins dans la pâte mécanique un précieux auxiliaire, en ce que, sans nuire à la solidité du papier comme le fait la charge minérale, cette pâte de bois mécanique lui donne de l'opacité, augmente sa main dans la proportion d'un tiers environ et permet en outre de diminuer le battage, puisqu'elle doit remplacer les fibres courtes qui se forment dans les derniers instants de la fabrication.

En piquant souvent les meules on peut obtenir, comme on le fait en Suisse et en Belgique, une production très abondante, mais la pâte sera sèche et remplie de bûchettes.

Si au contraire on ne pique les meules que tous les huit jours, la production sera réduite de moitié, mais on obtiendra une pâte douce et grasse communiquant au papier de réelles qualités.

En fin de compte, la pâte mécanique est entrée largement dans la consommation des papiers ordinaires, et surtout des papiers destinés à l'impression des journaux.

Pour terminer ce que nous avons à dire des pâtes mécaniques, nous ajoute-

©BIU Santé

rons quelques renseignements sur la manière dont cette industrie fonctionne en Norvège.

La Norvège produit de grandes quantités de sapins blancs, peu résineux, qui sont éminemment propres à cette fabrication.

Dans cette contrée se rencontrent en outre d'énormes chutes d'eau voisines des forêts et des ports d'exportation ; elle possède aussi des rivières aux eaux limpides et à peu près chimiquement pures. Elle réunit donc la plupart des conditions nécessaires pour fournir aux autres pays une partie considérable de la pâte à papier dont ils peuvent avoir besoin.

La production a fait en Norvège des progrès considérables depuis vingt ans. L'exportation de la pâte de bois qui, en 1870, ne s'élevait qu'à 275 tonnes de pâte supposée sèche, d'une valeur de 100.000 francs, s'est rapidement augmentée dans de telles proportions, qu'elle a atteint en 1838 environ 100.000 tonnes de pâte sèche d'une valeur de 13 millions de francs.

De ces 100.000 tonnes, environ 90.000 étaient de la pâte mécanique, le reste pâte chimique, dont 8.000 tonnes au bisulfite et 2.000 tonnes à la soude.

En 1888 la Norvège possédait 44 fabriques pour la pâte mécanique, 10 fabriques pour la pâte au bisulfite, et 2 fabriques pour la pâte chimique à la soude.

La plus grande partie de la pâte de bois exportée par la Norvège est à l'état humide, contenant généralement 50 p. 100 d'eau. Une partie moindre est vendue à l'état sec.

En 1888 la pâte mécanique se vendait sur place 110 francs la tonne, la pâte à la soude 300 francs, et la pâte au bisulfite 320 francs.

On emploie presque exclusivement le sapin blanc. Au début, la pâte provenant du bois de tremble était recherchée surtout en France à cause de sa blancheur, mais sa fibre étant moins résistante, on y a presque renoncé.

Les sapins, comme ceux d'ailleurs destinés à la construction, sont abattus en hiver, et les jeunes arbres dont le diamètre ne dépasse pas 25 centimètres sont préférés.

Arrivés à l'usine, les arbres sont coupés en morceaux de 30 centimètres de long, écorcés, puis fendus; les plus petits en deux, les gros en quatre parties. Les portions résineuses des branches sont soigneusement élaguées et l'on procède au défibrage.

Les défibreurs employés sont tantôt à axe horizontal, tantôt à axe vertical.

La pâte obtenue, soit en cartons plus ou moins épais, soit sous une forme irrégulière, est soumise à l'action de presses hydrauliques, à une pression d'environ 2.000 kilogrammes qui la délivrent de la plus grande partie de l'eau qu'elle renferme.

Elle sort des presses à l'état de *pâte humide*, renfermant 50 p. 100 d'eau prête à être exportée.

Une partie de cette pâte est encore, avant d'être exportée, séchée à l'air chaud pour fournir la *pâte de bois séchée*.

La pâte humide est préférée le plus souvent, mais les fabriques de l'intérieur emploient souvent la pâte sèche à cause des frais de transport qui sont moindres.

Pour l'expédition en Angleterre, la pâte est emballée en caisses de 100 kilo-

©BIU Santé

grammes chacune. Pour la France et la Belgique, on l'exporte en balles. L'emballage en caisses est regardé comme étant le meilleur système, mais il est aussi le plus coûteux.

La pâte mécanique est très difficile à blanchir; sa fibre est courte et peu souple. Son emploi est donc restreint, comme nous l'avons dit précédemment.

PATES CHIMIQUES

La production de la pâte à papier dite chimique a pris depuis plusieurs années une très grande extension, et dans beaucoup de cas les modes de traitement que nous allons indiquer se sont substitués au râpage mécanique du bois.

Disons tout de suite que la première fabrique de pâte chimique qui fonctionna industriellement en France fut montée à Mios, en 1873, par un industriel distingué, M. Pécarrère.

Dans un autre mémoire (1), nous avons étudié l'action des acides et des alcalis sur les diverses parties constituantes du bois, nous avons parlé des recherches de Payen et des beaux travaux de M. Fremy, nous n'y reviendrons pas; mais, nous basant sur ces considérations, nous dirons avec M. Fronteaux que, pour obtenir des diverses essences de bois des fibres souples propres à la fabrication du papier, il faut :

1° Obtenir la division mécanique des bûches pour faciliter l'action des agents chimiques;

2° Dissoudre les principes composant la matière incrustante du ligneux, au moyen d'alcalis suffisamment concentrés;

3° Élever la température du liquide alcalin afin d'augmenter son énergie dissolvante;

4° Employer les appareils lessiveurs à haute pression, en usage actuellement dans les papeteries;

5° Éliminer immédiatement, au sortir des lessiveurs, tous les composés fermentescibles du tissu désagrégé, dont la présence entraîne la formation d'hydrocellulose friable;

6° Laver méthodiquement le ligneux pour régénérer la majeure partie de l'alcali employé, et faire suivre ce lavage d'un second lavage à grande eau pour débarrasser la matière cellulosique de toute substance étrangère soluble;

7° Blanchir dans la pile laveuse elle-même, au moyen du chlorure de chaux, avec élévation de la température pendant l'hiver, sous la réserve que l'opération sera conduite par un ouvrier intelligent et habile;

8° Neutraliser les dernières traces d'acide retenues dans la fibre par capillarité, au moyen de soude caustique étendue d'eau et même d'ammoniaque.

Nous allons voir comment ces diverses prescriptions sont appliquées dans les différents traitements chimiques que nous allons étudier.

Tout d'abord on a essayé l'emploi des acides, et notamment de l'eau régale, soit à froid, soit à chaud.

(1) Voir le *Bois*, par Paul Charpentier (Encyclopédie chimique).

©BIU Santé

Dans le traitement à froid, le bain se compose de 94 parties d'acide chlorhydrique du commerce à 21 degrés, additionnées de 6 parties d'acide azotique.

L'immersion des rondelles de bois dure de six à douze heures et se fait dans des vases cylindriques en grès contenant environ 1.000 litres.

Le bois absorbe environ 0,5 de son poids du liquide acide, le surplus de cet acide complété par un bain vierge sert pour une opération suivante.

Une partie des matières colorantes ou résineuses se transforme en acide picrique. La matière incrustante est dissoute ou devient soluble.

Dans le traitement à chaud, les fibres sont mieux ménagées et les substances étrangères plus complètement attaquées.

Pour 100 parties de bois, l'eau régale est composée de 6 parties d'acide chlorhydrique et de 4 parties d'acide azotique étendues d'un volume d'eau suffisant pour que les rondelles de bois se trouvent complètement immergées (soit environ 25 parties d'eau pour 1 d'eau régale.)

L'opération se fait dans une grande cuve en bois munie d'un fond en granit avec joints en caoutchouc vulcanisé.

On fait barboter pendant douze heures de la vapeur au fond de la cuve, à l'aide d'un conduit en bois, muni à sa partie supérieure d'un petit appareil de sûreté s'opposant à l'absorption du liquide acide dans le générateur.

Après le traitement à chaud ou à froid par l'eau régale, les rondelles sont lavées à l'eau ordinaire renouvelée dans la même cuve, égouttées, puis extraites et réduites sous des meules verticales en granit, à l'état d'une pulpe brune. Celle-ci est ensuite soumise à de nouveaux lavages, et ce qui peut rester d'acide interposé est saturé à l'aide d'une petite quantité de lait de chaux.

Mais on n'est arrivé à bien fabriquer la pâte chimique qu'après avoir fait agir les *alcalis* sous une forte pression, et la fibre résistant d'autant plus aux agents de décoloration qu'elle appartient à un végétal dont le tissu est plus lignifié; on s'est adressé de préférence au pin et au sapin.

Nous citerons, parmi les principaux procédés qui doivent nous occuper, ceux qui portent les noms suivants : Houghton, Sinclair, Tessié du Motay, Cattell, Matthieson, Rosenhain, Ungerer, Keegan, Mitscherlich, Pictet, etc.

Le principe sur lequel sont basés actuellement les procédés chimiques est le traitement plus ou moins long de la matière végétale par des lessives alcalines ou par les sulfites et bisulfites alcalins.

Ce traitement se fait dans des conditions particulières, sous une pression de vapeur plus ou moins forte, à une température élevée.

La différence entre les divers procédés consiste surtout dans l'espèce d'alcali employée et dans la variation de la pression de vapeur.

Nous avons dit que le bois le plus avantageux est le pin. On doit commencer par le réduire en menus fragments.

Un appareil souvent employé à cet usage est une puissante varlope agissant verticalement, et à laquelle sont annexés deux cylindres cannelés chargés d'achever la division de la matière.

Cet appareil absorbe une force de 10 chevaux-vapeur environ.

Le bois descend d'un atelier placé à un étage supérieur sous la forme de grandes bûches écorcées de 2m,50 de longueur, et vient par son propre poids

©BIU Santé

s'appuyer sur la surface extérieure du plateau de la machine. Un copeau se détache, et ce copeau projeté vient tomber entre les cylindres cannelés qui le broient en fragments, dont la grosseur atteint à peine celle d'une noix.

APPAREIL HOUGHTON

Le bois, préparé comme nous venons de l'indiquer, est amené au lessiveur.

Cet appareil se compose d'une grande chaudière où la lessive et le bois sont échauffés par une circulation d'eau à haute température.

Une chaudière de ce système, mesurant 20 mètres de long sur 1m,50 de diamètre, peut renfermer 5.000 kilogrammes de bois et donner, par suite, environ 1.500 kilogrammes de pâte bonne à être blanchie.

Cet appareil ressemble à celui que l'on emploie dans les systèmes de conservation des bois par injections. A l'intérieur se trouvent, le long de chacune des parois, de légers rails sur lesquels circulent des caisses en fer perforées renfermant le bois.

Plusieurs foyers concourent à chauffer l'appareil qui, calculé pour résister à de très hautes pressions, est essayé généralement à 30 atmosphères pour fonctionner à 14.

Le chargement de ces chaudières se fait très simplement. Les paniers percés de trous et remplis de bois débité en copeaux sont enfournés l'un après l'autre. La chaudière est ensuite hermétiquement fermée; puis on y injecte une lessive de soude caustique à 8 degrés Baumé, de façon que l'on ait 300 kilogrammes d'alcali caustique pour 100 kilogrammes de bois.

On intercepte alors toutes les communications avec l'extérieur, et les foyers sont maintenus en feu pendant six heures. La *haute* température à laquelle la lessive est élevée, lui permet de produire la désagrégation complète du bois. Celle-ci étant terminée, la lessive est écoulée; cette dernière, chargée de composés ulmiques, est noire. On retire alors les wagonnets dont le contenu, qui constitue le défilé brut du bois, est porté dans les cuviers ordinaires.

De la bonne exécution de ce lessivage dépend la pureté des produits. Lorsque la pression a été trop élevée, lorsqu'elle a duré trop longtemps, la fibre est fatiguée et pour ainsi dire brûlée; les pâtes alors manquent de nerf.

Lorsque l'opération n'a pas été poussée assez loin, les pâtes ne sont pas entièrement débarrassées de la matière incrustante et colorante du bois, et le blanchiment ultérieur sera mal fait et coûtera cher.

Les pâtes brunes obtenues dans ce dernier cas seront de plus belle apparence; leurs fibres seront plus longues et plus solides, mais alors pour les blanchir on sera forcé d'employer le chlore en excès; de là, diminution dans le rendement et solidité de la fibre compromise.

PROCÉDÉ SINCLAIR

Ce procédé repose sur les mêmes principes que le précédent; la nature des

©BIU Santé

liqueurs, la pression exercée dans l'appareil sont les mêmes, mais l'appareil employé est chauffé par la vapeur au lieu de l'être par l'eau chaude.

Dans le système Houghton la lessive se déplace peu, ici elle est constamment mise en mouvement.

La chaudière Sinclair est un cuvier de lessivage à haute pression composé essentiellement d'un cylindre vertical ayant environ 1 mètre de diamètre sur 6 mètres de haut.

Dès que ce cylindre est rempli de bois et de lessive, on le chauffe; la lessive diminuant de densité s'élève verticalement le long des parois; arrivée à la partie supérieure, elle se déverse sur la masse de bois pour redescendre ensuite par le centre où elle trouve une température moins élevée et où sa densité augmente, elle retourne alors à la chaudière, s'y échauffe à nouveau, remonte et continue ainsi ce même mouvement jusqu'à la fin de l'opération.

La chaudière est garnie à l'intérieur d'une enveloppe qui isole la matière des parois; cet espace est rempli par le liquide alcalin qui absorbe d'abord toute la chaleur, circule autour des parois, monte, et, passant par les trous de l'enveloppe, vient saturer la matière.

A la température de 180 degrés, tous les silicates, la pectine, la résine, etc., sont complètement dissous, la matière fibreuse est isolée. L'opération dure environ cinq heures, en y comprenant le remplissage et le déchargement de l'appareil.

La pâte ainsi préparée est lavée à l'eau pure, puis blanchie et traitée en dernier lieu sous la presse hydraulique ou dans une essoreuse centrifuge.

La lessive produite est noire, car elle renferme les composés colorés formés pendant l'opération du lessivage par la soude et les acides organiques provenant du bois, acides acétique, oxalique, ulmique, etc.

Cette lessive noire est traitée dans un four spécial qui les évapore et calcine les sirops épais produits par l'évaporation; on reproduit ainsi du carbonate de soude que l'on emploie par la suite pour préparer des lessives neuves.

On peut aussi traiter la lessive par l'appareil reconstituant Sinclair, qui consiste en un large réservoir garni de tubes et rempli de lessive. Ce réservoir est placé au-dessus d'un foyer dont les gaz brûlés circulent entre les tubes avant de sortir par la cheminée.

Les tubes placés dans une position inclinée contiennent la lessive et forment ainsi un courant constant de circulation. L'appareil a 9 mètres de long sur 7 mètres de large; les tubes présentent une surface de chauffe égale à 75 mètres carrés. Il suffit d'une tonne de charbon pour retirer une tonne de soude du liquide lessiveur.

L'ensemble de cette installation est ordinairement complété par l'emploi d'un générateur de vapeur spécial que nous représentons figure 111.

Le principe sur lequel repose la construction de ce générateur de vapeur est de rendre toutes les parties tellement indépendantes les unes des autres que les dilatations et les contractions ne puissent pas amener de fuite.

Chaque élément de chaudière peut être considéré comme étant composé de deux tubes de $0^m,250$ de diamètre légèrement inclinés et réunis par des tubes de $0^m,100$ de diamètre.

©BIU Santé

Le gros tube d'avant est réuni par une tubulure à un réservoir de vapeur situé au-dessus. Dans la chaudière figurée, les gros tubes sont réunis par neuf petits tubes, et il y a huit séries semblables.

En général, le défaut de ces sortes de générateurs est le peu de capacité des chambres de vapeur et d'eau. Pour éviter cet inconvénient, les deux capacités sont augmentées au moyen :

1° Pour la chambre d'eau, de deux réservoirs ou bouilleurs situés sur les deux côtés et communiquant d'une part avec la partie inférieure des tubes par

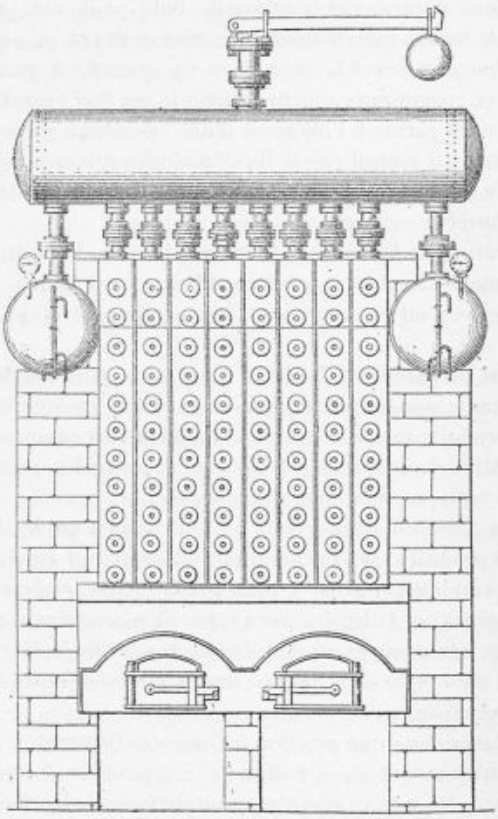


Fig. 111.

un raccord que l'on voit dans la vue de côté et avec les réservoirs de vapeur par une tubulure ;

2° De deux réservoirs de vapeur situés au-dessus de tout l'appareil et communiquant avec les tubes d'avant de chaque élément, ainsi qu'avec les deux bouilleurs par des tubulures.

Un des avantages de ces éléments rattachés seulement par un point au réservoir de vapeur, c'est que, en dehors de la facilité de dilatation, si un des tubes faisant partie d'un élément est détérioré, on peut, par suite d'une dispo-

©BIU Santé

sition spéciale, supprimer la communication de cet élément avec les réservoirs d'eau et de vapeur, et le reste de l'appareil continue à fonctionner.

En résumé, M. Sinclair établit ainsi les frais de fabrication de la pâte chimique avec l'emploi de ses divers appareils.

Pour 1.000 kilogrammes de pâte sèche produite, on dépense :

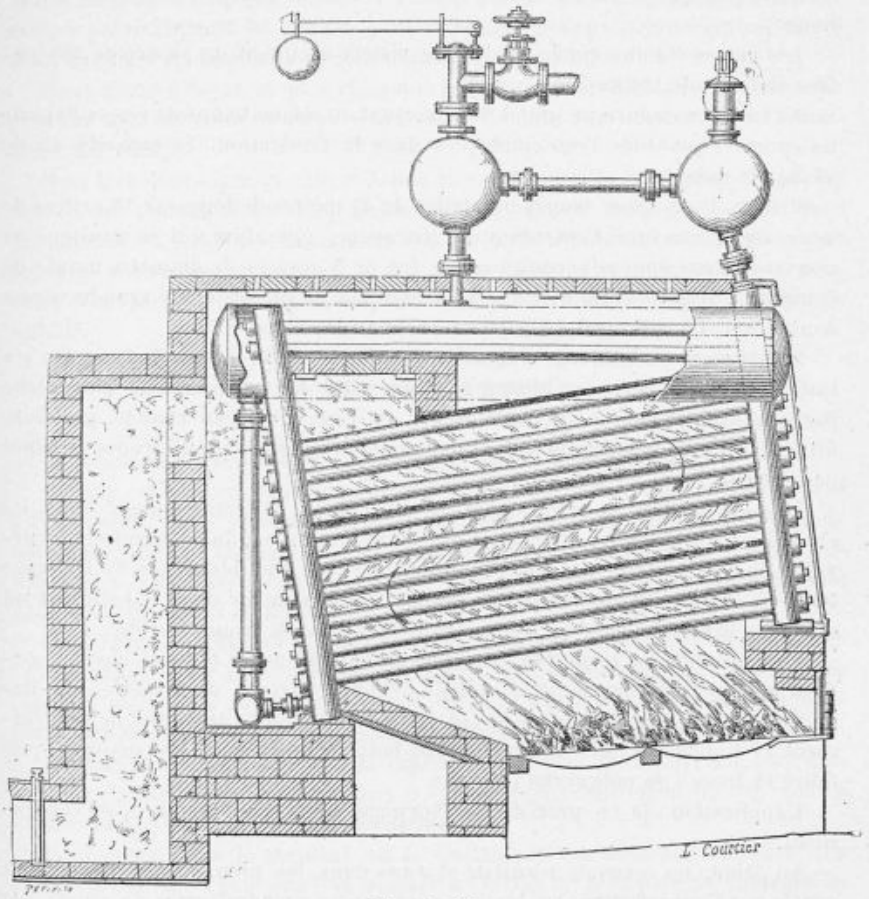


Fig. 111 *bis*.

	FRANCS
	—
2.250 kilogrammes de bois sec à 50 francs les 1.000 kilogrammes à l'état vert	130
550 kilogrammes de soude caustique à 60 degrés	240
800 kilogrammes de charbon	15
250 kilogrammes de chlorure de chaux	75
Main-d'œuvre	25
Amortissement. Entretien	25
	530
A déduire 50 p. 100 de soude récupérée	120
Prix de la tonne de pâte pouvant être vendue 700 francs.	410

©BIU Santé

Les appareils nécessaires à la production de 5 tonnes par jour peuvent coûter environ 100.000 francs.

Terminons ce point spécial en indiquant brièvement les dispositions d'une usine américaine pouvant produire par ce procédé 15.000 kilogrammes de pâte sèche par vingt-quatre heures.

Cette fabrique se trouve aux environs de Philadelphie; elle a coûté 3 millions.

Les usines établies sur le bord d'une rivière occupent un espace de 300 mètres de long sur 100 de large.

A l'entrée se trouve un grand filtre servant en même temps de réservoir pour les énormes quantités d'eau employées dans la fabrication. Sa capacité est de 40 mètres cubes.

Près du lessivage se trouve un atelier de 25 mètres de long sur 10 mètres de large, où le bois subit l'opération du découpage, opération qui se pratique au moyen de deux énormes rouleaux en fer de 2 mètres de diamètre munis de couteaux d'acier pouvant être déplacés à volonté et animés d'une grande vitesse de rotation. Le bois ainsi découpé est porté au lessivage.

Le bâtiment du lessivage a 22 mètres de large sur 40 mètres de long. On y a installé dix chaudières produisant chacune 1.500 kilogrammes de pâte sèche par vingt-quatre heures, un condenseur, un réservoir d'eau chaude, plusieurs filtres et de grands réservoirs. C'est dans ce même atelier que se trouve le dépôt des soudes.

Le bois, réduit en petits copeaux, est conduit mécaniquement dans les chaudières où la lessive est ensuite introduite par un conduit venant des réservoirs; le bois ne tarde pas à se réduire en une pâte d'un blanc sale. Le lessivage terminé, la pâte est amenée par de grands wagons en fer dans le bâtiment où quelques heures auparavant elle se trouvait à l'état de troncs d'arbres.

L'installation est complétée par trois grands raffineurs pouvant chacun contenir 500 kilogrammes de pâte, et deux cylindres laveurs de 2 mètres de diamètre pouvant laver 12 tonnes de pâte. Viennent ensuite les salles de blanchiment et de séchage qui renferment une batterie de 12 sécheurs pouvant produire 12 tonnes de pâte sèche par jour.

L'application de ce procédé en Norwège a été perfectionnée successivement.

Au début, les mauvais résultats obtenus dans les premières usines furent causés par l'imperfection des lessiveurs et par les grandes pertes de soude que l'on faisait.

Les lessiveurs étaient des cylindres verticaux semblables à des générateurs de vapeur entourés de maçonnerie et chauffés à feu nu.

Après avoir introduit la lessive et le bois, on élevait la température jusqu'à ce que la pression atteignît 10 atmosphères, puis on éteignait le feu. L'air froid circulait autour des lessiveurs, les refroidissait, et souvent même on accélérait ce refroidissement en amenant de l'eau froide sur les tôles du lessiveur.

Ces chaudières, exposées à de telles variations de température, devaient être promptement détruites; c'est ce qui eut lieu. On leur substitua donc des appareils où le chauffage à feu nu était remplacé par le chauffage à la vapeur.

©BIU Santé

En outre, on abandonna les lessiveurs horizontaux que l'on remplaça par des lessiveurs verticaux ou sphériques, fixes ou rotatifs.

Au début également on se préoccupait peu d'économiser la soude, mais les exigences du prix de revient forcèrent les fabricants à renoncer à ces errements. Des fours à réverbère, où la lessive est introduite directement, sont maintenant munis de grands évaporateurs où la chaleur perdue du four est utilisée à concentrer préalablement les lessives avant leur arrivée dans le four. On est arrivé ainsi à réduire de beaucoup la consommation de soude.

Nous avons dit que la pâte chimique se blanchit plus difficilement que celle produite avec les chiffons ou avec la paille, elle doit être soumise à un traitement différent.

Mais lors même que la pâte ne laisse rien à désirer, la fabrication du papier peut ne pas réussir, si on la fait passer avec la pâte de chiffon non finie, dans des batteuses à lames tranchantes au lieu de la dissoudre doucement dans une pile avec des lames non coupantes. Les fibres fines de la pâte chimique sont alors découpées et deviennent trop courtes, de sorte que le papier manque de solidité.

SYSTÈME CATTELL

Ce procédé de fabrication comprend les opérations suivantes :

Le bois est d'abord transformé en copeaux ou rognures et parfaitement lavé à l'eau froide. On le place ensuite dans un bain contenant une dissolution de borate de soude, d'ammoniaque ou de potasse et de phosphate de potasse, de soude ou d'ammoniaque dans la proportion d'un demi-kilogramme de phosphate pour 1.500 grammes de borate.

Pour chaque quintal de matière brute sur laquelle on doit opérer, on ajoute 125 grammes d'un dissolvant volatil ayant une action sur la résine et les matières résineuses du bois et qui soit insoluble dans l'eau. On peut employer indifféremment du benzol, du naphte ou du bisulfure de carbone.

Le bain peut être chauffé par la vapeur ou par l'action directe du feu. Une fois en ébullition, on le maintient à cette température pendant six heures environ, en ayant soin d'agiter constamment.

Pour reconnaître le moment où le traitement est terminé, on prend une petite portion de la pâte que l'on soumet à l'action du chlore ou du chlorure de chaux. Si le blanchiment se fait bien, on retire le bois du bain, puis on le lave à l'eau chaude ou froide. Là, se termine la première opération.

On fait alors bouillir à nouveau le bois pendant quatre heures dans un bain renfermant pour un quintal de fibres de bois, 3.500 grammes de chaux vive et 3.500 grammes de fleur de soufre, ou bien 3 kilogrammes de soude caustique et 2.500 grammes de soufre, ou encore 5 kilogrammes de soude brute et 2.500 grammes de soufre. On a soin d'agiter continuellement.

Après ce traitement au bain sulfuré, on laisse écouler le liquide. Puis la matière est soumise à l'action de l'acide sulfureux soit en dissolution, soit à l'état de gaz barbotant dans le bain, soit enfin en exposant la matière dans une chambre où l'on brûle du soufre.

©BIU Santé

Il faut pour que l'opération soit terminée que les alcalis soient transformés en hyposulfites ; la matière est alors complètement lavée et réduite en pâte par les procédés ordinaires, c'est la fin de la seconde opération.

On peut dans la première partie du procédé remplacer les borates et les phosphates par des tungstates, des silicates et des carbonates des mêmes bases, mais le traitement est moins bon et moins économique.

Lorsque l'on traite des essences de bois qui ne sont pas résineuses, on peut supprimer l'emploi du dissolvant carburé. La quantité d'eau nécessaire est variable, mais, dans tous les cas, elle doit être suffisante pour que le bois soit toujours immergé complètement.

Lorsque l'on veut employer la pâte ainsi fabriquée, seule et sans mélange, on doit la soumettre à l'action d'une solution claire d'un hypochlorite pendant qu'elle est encore dans la pile, puis on la lave à l'eau et on la traite ensuite par un sulfite, un bisulfite ou un hyposulfite alcalin; cette dernière opération est répétée autant de fois que cela est nécessaire pour arriver à un traitement parfait.

SYSTÈME UNGERER

Dans ce système on commence par râper le bois comme cela se fait en teinture, puis on l'expose sous une forte pression de vapeur qui va en augmentant à l'action d'une lessive caustique de soude chauffée séparément, renouvelée plusieurs fois pendant l'opération.

Les substances qui, d'abord se sont dissoutes à basse température, se séparent de l'humus dès qu'elles sont exposées à l'action d'une température élevée.

Ces substances une fois dissoutes sont entraînées avec la lessive au fur et à mesure de son renouvellement, avant que l'influence de la chaleur ait opéré la séparation des matières analogues à l'humus.

La durée de l'opération du lessivage, la pression de la vapeur, ainsi que la concentration de la lessive, dépendent de la nature du bois et du degré de décoloration que l'on veut obtenir.

Pour le bois en feuille, il faut une lessive contenant 3 à 4 p. 100 de soude, une pression de vapeur de 3 à 4 atmosphères et l'opération dure environ six heures.

Pour le bois en épingle, il faut une lessive renfermant de 5 à 6 p. 100 de soude et la pression doit atteindre 6 atmosphères. En général, le bois vert est préférable au bois sec.

L'appareil employé est représenté figure 112. Il se compose d'un nombre plus ou moins grand de réservoirs reliés entre eux, de façon que le fluide puisse passer successivement de l'un à l'autre par en haut ou par en bas.

Un système de neuf cuves est suffisant dans tous les cas. Pour le bois dur il en faut moins.

Après avoir chargé tous les réservoirs de bois râpé, on fait entrer la lessive dans le réservoir M, puis on continue l'infusion jusqu'à ce que les six premiers réservoirs réunis entre eux soient remplis.

©BIU Santé

On règle les robinets de telle sorte que la pression dans le réservoir M soit de 6 atmosphères et qu'elle diminue progressivement pour arriver en R à un demi-atmosphère seulement.

On laisse alors écouler par le robinet du réservoir R autant de lessive qu'il en faut pour remplir un réservoir, et, en même temps, on expulse du réservoir

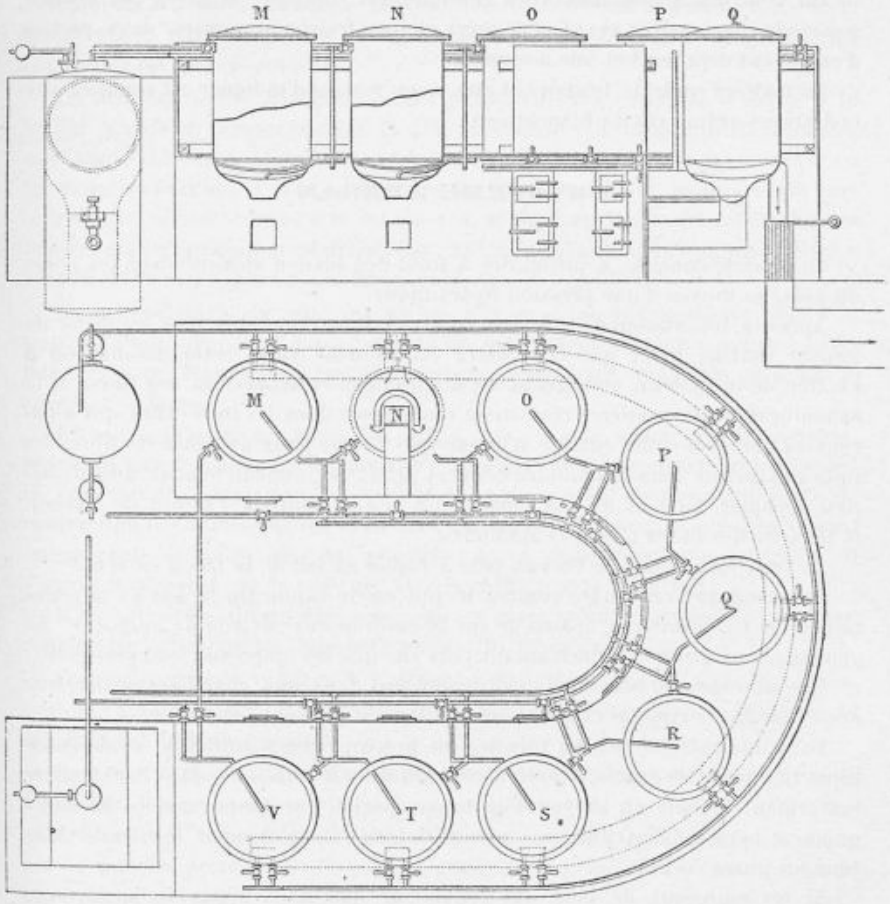


Fig. 112.

M au moyen d'air comprimé toute la lessive qu'il contenait en la dirigeant vers N. De sorte que les cinq cuves N, O, P, Q, R sont seules remplies de lessive.

La lessive écoulée du réservoir R est reçue dans un appareil d'évaporation et transformée en lessive caustique.

On interrompt la communication de M à N, puis on établit celle de R à S. On fait entrer de la nouvelle lessive en N pour terminer le remplissage des six cuves N, O, P, Q, R, S.

©BIU Santé

La cuve M qui contient de l'eau est de nouveau soumise à la pression de l'air comprimé, pendant qu'on laisse écouler par S la lessive qui s'y trouve contenue. L'eau de M passe en N; M étant remplie d'eau nouvelle.

On continue ainsi jusqu'à ce que le bois contenu dans M ait été lavé trois fois; on le retire alors pour le remplacer par du bois râpé.

On voit que l'opération ainsi conduite est continue. Il passe par chaque réservoir cinq lessives ayant déjà servi et une fraîche; en outre, deux parties d'eau ayant déjà servi et une nouvelle.

La matière après le traitement que nous venons d'indiquer est soumise aux opérations ordinaires du blanchiment.

SYSTÈME KEEGAN

Ce procédé consiste à introduire à froid une lessive alcaline dans les pores du bois, au moyen d'une pression hydraulique.

Après la décantation de la lessive en excès, il ne reste plus dans les pores de liquide inutile, parce que la matière est soumise après cette décantation à l'action de la chaleur, dont l'effet est de produire la séparation des fibres et la saponification des matières résineuses renfermées dans les intervalles qui séparent les fibres. Il suffit ensuite d'un simple lavage pour détacher les fibres les unes des autres sans le moindre effort et produire immédiatement une *demi-pâte* à papier. Le bois n'étant soumis que peu de temps à l'action de l'alcali, la ténacité des fibres n'est pas amoindrie.

La transformation du bois en pâte à papier se fait de la façon suivante :

On prend du bois tendre comme le pin ou le sapin. On le scie en tablettes minces de 1 centimètre d'épaisseur sur 20 centimètres environ de longueur. En général, l'opération marche d'autant plus vite que les morceaux sont plus petits.

Les morceaux de bois ainsi débités sont mis dans une chaudière cylindrique dont l'axe est horizontal et qui tourne lentement pendant l'opération.

Dans une autre chaudière voisine, on prépare une solution de soude caustique marquant 20 degrés Baumé. Cette solution est introduite dans la chaudière renfermant le bois au moyen d'un tuyau spécial. On ferme ensuite hermétiquement la chaudière, puis une pompe injecte complètement le liquide dans tous les pores du bois.

Si les morceaux de bois ont l'épaisseur que nous avons indiquée, une pression de 5 atmosphères maintenue pendant une demi-heure suffit.

Lorsque le bois est bien imbibé, le liquide en excédent est écoulé hors du lessiveur et repompé dans la cuve à lessive.

Le lessiveur est pourvu d'une double enveloppe et quand l'excès de lessive a été enlevé, on fait arriver la vapeur entre les deux enveloppes. La température du bois se trouve ainsi portée à 150 degrés centigrades. Ce chauffage dure deux heures. Au bout de ce temps, un lavage suffit pour désagréger complètement le bois.

L'opération du lavage peut se faire dans une pile-laveuse ordinaire, elle est poursuivie jusqu'à ce que l'eau s'écoule parfaitement limpide. La demi-pâte qui

©BIU Santé

en résulte peut ensuite être convertie en pâte pour la fabrication du papier, et cette opération peut se faire avant ou après le blanchiment, suivant la qualité que l'on veut fabriquer.

Les pâtes chimiques sont expédiés aux fabricants de papier en rouleaux, soit à l'état humide, soit à l'état sec. Il paraît plus avantageux et souvent plus facile d'employer des pâtes humides, n'ayant pas été séchées artificiellement et se désagrégeant sans difficulté, malgré les frais de transport qui viennent augmenter les prix de revient.

Le meilleur mode d'emploi de ces pâtes, en effet, consiste à déchirer la feuille de pâte en morceaux dans la pile raffineuse elle-même; cette dernière contient le chiffon qui doit être mélangé à la pâte de bois. Lorsque cette pâte a été expédiée humide, l'adjonction a lieu seulement quelques heures avant que le mélange ne soit envoyé à la machine à papier; ce temps est suffisant pour que la pâte soit parfaitement divisée par la raffineuse et pour que son mélange avec le chiffon soit opéré d'une façon uniforme et très intime.

Si, au contraire, la pâte est sèche, elle se dilue difficilement; il faut la tremper assez longtemps dans l'eau en la soumettant en même temps à l'agitation et à un effleurement, toutes opérations entraînant une perte sensible de temps et de force.

En outre, l'expérience a montré que la pâte de bois séchée artificiellement, reprenait très difficilement la quantité d'humidité qu'elle pouvait retenir avant la dessiccation; cette dernière opération a pour effet d'opérer une sorte de contraction des fibres qui les rend très cassantes, de souples qu'elles étaient auparavant, de plus, elle les empêche de se désagréger complètement, il s'ensuit finalement que le mélange avec le chiffon reste imparfait.

D'un autre côté, il faut dire aussi que les pâtes humides se moisissent assez rapidement lorsqu'on les tient enfermées dans un endroit clos.

Comme appareils spéciaux à l'industrie que nous venons d'étudier, nous pouvons ajouter à ceux déjà décrits deux machines récemment appliquées et qui donnent de bons résultats.

La première est un lessiveur à pâte de bois chimique qui est représenté figure 113.

Cet appareil a pour but de permettre de faire circuler le liquide caustique sur la matière première de la pâte en égalisant la pression de vapeur dans le lessiveur.

Le lessiveur cylindrique M est percé de deux ouvertures N et O.

P est une plaque perforée par laquelle passe un tuyau vertical Q fileté inférieurement.

Au-dessus de ce tuyau est suspendu un disque d'arrosage R muni d'orifices S. A l'autre extrémité du tuyau Q est vissée une boîte T munie d'orifices à sa partie inférieure.

A la partie supérieure de la boîte T est un épaulement V à ouverture verticale W, muni d'un orifice horizontal X. A ces deux ouvertures sont vissés deux tuyaux Z.

Des tiges verticales B traversent la plaque perforée et les tuyaux Z. Leurs

©BIU Santé

extrémités sont filetées, elles sont munies d'écrous C supportant la boîte T et le tuyau Q.

D est un tuyau vertical traversant la plaque perforée P et qui est vissé à l'extrémité supérieure de l'épaulement W.

H est un tuyau de vapeur muni d'un bec d'injection G communiquant par le bas avec le tuyau Q.

I est une soupape à ressort empêchant la vapeur de s'échapper du lessiveur.

Pour faire fonctionner ce lessiveur, on place dans la partie inférieure du réservoir une quantité considérable de liquide caustique, et au-dessus de la plaque perforée, on emmagasine les morceaux de bois qui doivent être réduits en pâte.

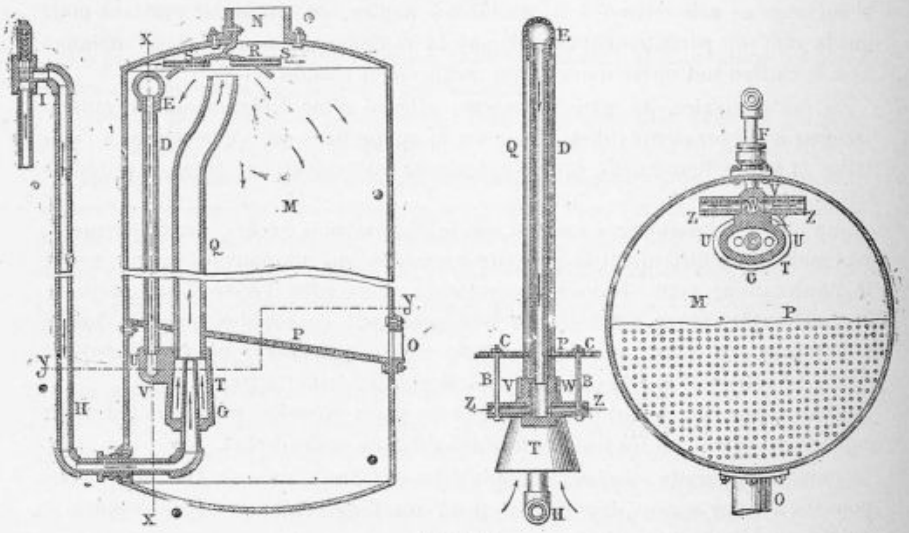


Fig. 113.

Ce remplissage se fait par le trou N. La vapeur arrive en H, puis pénètre en G et enfin dans le tuyau Q. Un vide partiel se fait en T et le liquide est entraîné à la partie supérieure du tuyau Q.

La liqueur qui sort du tuyau vient frapper le disque et retombe en pluie sur les copeaux placés dans le lessiveur.

La vapeur non condensée passe par les trous de E dans le tube D, puis arrive en Z pour parvenir enfin sous la plaque perforée.

On maintient ainsi l'uniformité de la pression au-dessus et au-dessous des copeaux. Le liquide filtre au travers de ces derniers, atteint la plaque P et tombe dans la partie inférieure du lessiveur.

Quand l'opération est terminée, on retire la pâte par l'orifice de décharge O.

Enfin, les figures 114, 115 représentent un *pulp engine* défibreur spécial, très analogue à la machine de la figure 45.

Lorsque l'on utilise de grosses sciures ou des copeaux de bois n'ayant subi

©BIU Santé

qu'une faible préparation mécanique, on se sert avec avantage de cet appareil muni seulement de deux meules; il remplace le *pulp engine* raffineur qui est sujet à s'engorger.

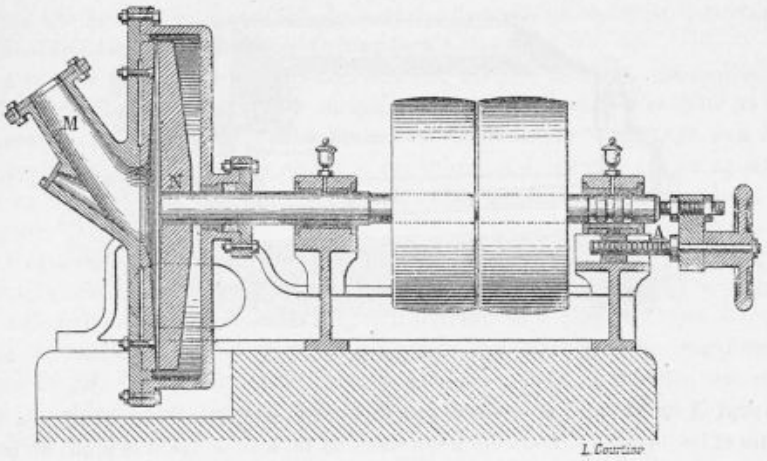


Fig. 114.

Le bois arrive par le tube M; il est broyé par la meule N. Une vis A sert à rapprocher la meule N du fond fixe de l'appareil.

Enfin, la figure 116 montre l'épurateur Wandel, pour épurer les pâtes chimiques.

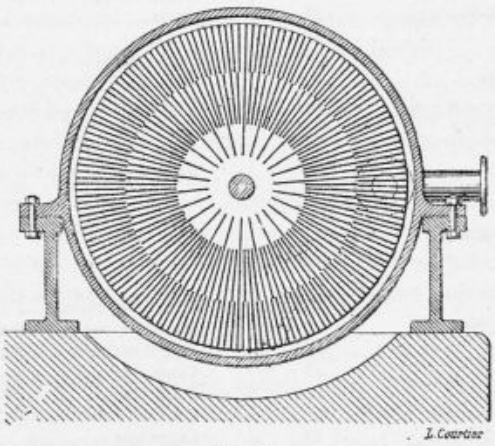


Fig. 115.

C'est un cylindre garni d'une paroi en laiton dans laquelle sont pratiquées des rainures analogues à celles des épurateurs ordinaires. Les fentes sont très fines, ce qui permet d'obtenir une épuration beaucoup plus complète. Le cylindre en bronze rouge, très dur, est difficilement attaqué par les acides.

©BIU Santé

Le débit de cet appareil est considérable, car le cylindre est complètement immergé dans la pâte que renferme le bac; il travaille ainsi avec toute sa surface. Son prix varie suivant les dimensions de 2.000 à 2.500 francs.

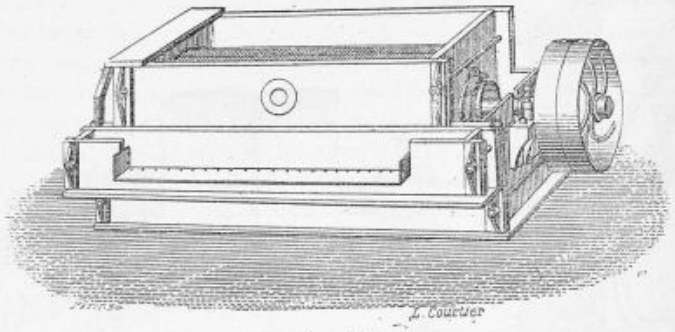


Fig. 116.

Avant d'aborder les nouveaux procédés dans lesquels sont employés les sulfites et les bisulfites, nous donnons dans le tableau suivant le poids de pâte sèche que l'on peut obtenir au maximum pour 100 kilogrammes de matière brute traitée, bois ou végétaux herbacés :

Bois :

	KIL.		KIL.
Marronnier	39	Bouleau	34
Tilleul	38	Frêne	32
Saule	38	Sapin rouge	32
Peuplier du Canada	37	Orme	32
Peuplier d'Italie	36	Noisetier	31
Peuplier blanc	36	Sapin pitchpin	31
Sapin de Campine	35	Hêtre	31
Tremble	35	Osier	30
Bambou	35	Rotin	29
Sapin blanc	35	Chêne	29
Aulne	34	Noyer	27
Acacia	34		

Végétaux herbacés :

	KIL.		KIL.
Fromenteau	46	Tige de houblon	35
Alpeste des Canaries	44	Lin de la Nouvelle-Zélande	46
Seigle	44	Tige d'asperge	33
Froment	43	Genêt sauvage	32
Scirpe des marais	42	Bananier	32
Roseaux	42	Canne à sucre	29
Maïs	40	Chiendent	28
Orge	36	Grande ortie	22
Avoine	35		

Si nous résumons les diverses opérations qui se succèdent dans la fabrication des pâtes chimiques et les plus récents perfectionnements mis en œuvre dans cette industrie, nous voyons que ces opérations consistent à laver ou lessiver

©BIU Santé

dans des appareils spéciaux les matières bouillies, pour les soumettre ensuite à l'action de piles hollandaises, de batteries de meules, de raffineuses, etc..., les fonctions de ces divers appareils sont de briser, d'écraser ou de moudre.

Pour enlever ensuite les impuretés réduites en une multitude de petits fragments qui sont le plus souvent de nature minérale, on opère le nettoyage à l'aide d'épurateurs, de tamis ou de machines à classer.

A la suite des derniers perfectionnements, la pâte bouillie, sommairement lavée dans les lessiveurs ou les récipients affectés à ce service et dans un état d'humidité particulier dû, soit à l'eau non exprimée par l'égouttage, soit à de l'eau ajoutée, est dirigée au moyen d'une trémie et d'une vis vers un agitateur qui va en grossissant de l'avant à l'arrière et fait environ trois cents tours par minute.

L'agitateur tourne dans une boîte hermétiquement close, s'élargissant également de l'avant à l'arrière et dont la coupe est un carré. Les angles supérieurs de cette boîte sont ouverts et les angles inférieurs sont arrondis. Les dents ou bras de l'agitateur sont disposés en hélice sur son axe. Ces bras transforment alors la pâte humide ou à moitié mouillée en flocons ou en bouillie. Au cours de cette opération, les parties imparfaitement cuites ou dures sont dépourvues de leurs bonnes fibres.

La disposition hélicoïdale des bras et l'élargissement de la boîte provoquent un mouvement lent de la pâte amenée par la vis vers la partie la plus large de la caisse, où se trouve un orifice par lequel la pâte s'écoule avec les impuretés. La pâte est alors conduite à l'appareil laveur et nettoyeur.

En sortant de ce dernier engin, la pâte humide et floconneuse ou en bouillie est délayée par de l'eau ajoutée en abondance. Elle est ensuite soumise à l'action d'un agitateur noyé dans l'eau qui la défibre sans briser les impuretés.

Les impuretés tombent au fond de profondes rigoles où un courant d'eau les sépare des filaments qui pourraient encore y adhérer; un mécanisme semblable à celui des pompes à chapelets les jette dans des boîtes latérales. Les matières étrangères légères et flottantes sont retenues par des planches.

Les parties lourdes entraînées accidentellement par le mouvement et par le courant se déposent plus loin.

La pâte devenue très aqueuse est énergiquement lavée sur un sablier, puis, épaissie dans un ou plusieurs tambours laveurs. Elle passe enfin dans un cylindre armé de dents en bois ou en métal fixées en hélice sur sa surface latérale. Les dents ont une section ronde ou anguleuse suivant la nature de la pâte à travailler.

A la sortie de ce cylindre la pâte est rendue plus liquide par un courant d'eau, puis elle arrive sur un sablier, ensuite dans plusieurs canaux où de l'eau propre parvient sans interruption. Les parties lourdes non encore entraînées tombent au fond des rigoles, tandis que les fibres saines coulent plus loin, rencontrent un nouveau sablier, en sortent pour subir un deuxième lavage énergique et atteignent finalement les caisses de décantation ou les piles à blanchir.

©BIU Santé

EMPLOI DES SULFITES ET BISULFITES

L'emploi des alcalis concentrés est coûteux, surtout en France; on a donc cherché à leur substituer un produit chimique d'un prix moins élevé.

Dans ces dernières années, l'emploi des sulfites et bisulfites de chaux, de soude et de magnésie s'est beaucoup répandu. Les dissolutions bouillantes de ces différents sels ont la propriété de dissoudre facilement les matières incrustantes du bois, les gommes, les résines en laissant la cellulose intacte.

Divers procédés ont été imaginés pour utiliser les sels que nous venons d'énumérer, un grand nombre de brevets ont été pris, mais l'idée première appartient à la France.

Tous les procédés se résument en un lessivage à température généralement élevée, de la pâte dans un bain de bisulfite. Ce lessivage est suivi d'un lavage énergique ayant pour objet de débarrasser complètement la pâte de l'excès d'acide qu'elle peut encore renfermer.

Une petite quantité d'acide chlorhydrique ajoutée dans la pile laveuse accélère le dégagement d'acide sulfureux qui vient concourir au blanchiment de la pâte, de façon que cette dernière peut être utilisée immédiatement pour la fabrication des papiers communs lorsque l'opération a été bien conduite. On peut ainsi supprimer le blanchiment.

Pour préparer le bisulfite de chaux, on recueille dans une tour remplie de morceaux de calcaire l'acide sulfureux produit par le grillage des pyrites. Une pluie fine qui tombe au sommet de cette tour dissout le sulfite formé et l'entraîne dans un récipient convenable.

On peut aussi préparer les bisulfites de chaux ou de soude en dirigeant un courant d'acide sulfureux dans un lait de chaux ou sur du sel de soude légèrement trempé dans l'eau.

Le bisulfite de chaux a pour formule $CaO2SO^2$. On peut le fabriquer facilement à raison de 8 à 10 francs les 100 kilogrammes, pouvant produire même poids de cellulose sèche.

Il s'ensuit que son emploi constitue une économie considérable dans la fabrication de la pâte chimique, dont le prix de revient dans une usine employant ce procédé pourrait s'établir ainsi en supposant une fabrication de 3.000 kilogrammes par jour.

	FRANCS
20 stères de bois à 7 fr. 50.	150
Produits chimiques, 3 tonnes à 100 francs	300
Chauffage 2.000 kilogrammes de houille à 25 francs.	50
Main-d'œuvre	150
Frais généraux. Entretien.	200
Intérêt et amortissement capital	150
	1.000

Ce qui donne pour 100 kilogrammes de cellulose sèche un prix de revient de 33 francs.

©BIU Santé

Les lessiveurs employés dans cette fabrication présentent des dispositions particulières. Un des plus récents est représenté figure 117.

Cet appareil est composé de plusieurs parties réunies par des boulons avec interposition de joints en plomb. Les différentes sections, anneaux et fonds, sont en tôle de fer ou d'acier, émaillées à l'intérieur. L'émail remplace les garnitures de plomb et sert à protéger le métal contre l'action des acides.

Cet émail est appliqué à l'état liquide sur les parties des lessiveurs qui sont terminées. Quand il est sec, les pièces sont placées dans un four à moufle et chauffées de façon à ce que l'émail entre en fusion. On obtient ainsi une couverte qui résiste aux acides aussi bien que le verre.

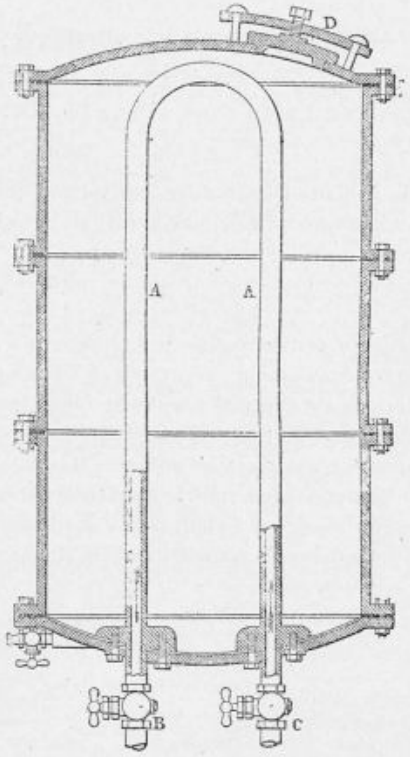


Fig. 117.

L'émaillage n'est pas seulement applicable aux lessiveuses, mais également à tous les récipients qui sont destinés à recevoir les lessives acides.

Pour recevoir l'émail, les pièces métalliques doivent être décapées à l'acide et bien rincées. On les plonge ensuite dans un bain chaud de lait de chaux et l'on sèche.

Après avoir soigneusement nettoyé avec une éponge les surfaces à couvrir, on applique une couche d'émail qui doit être rapidement séchée pour éviter toute oxydation, puis on porte les pièces au four.

©BIU Santé

Après la fusion de cette première couche d'émail, le refroidissement de la pièce, on applique une seconde couche que l'on traite comme la première.

Une composition convenable pour la première couche est la suivante :

Chaux	6
Spath-fluor	10
Sel de soude	5
Sable blanc	50
Litharge	50
Borax	20

Ces matières sont bien mélangées, fondues ensemble, et après le réfroidissement, réduites en poudre fine et délayées dans l'eau pour être employées sous forme de peinture.

Pour la seconde couche, on ajoute aux ingrédients qui précèdent :

Noir animal	10
Talc	5
Kryolithe	4

Le mélange, fondu à haute température, est versé liquide dans l'eau froide, repris ensuite et pulvérisé pour être appliqué à l'état de peinture.

Dans le lessiveur qui nous occupe, l'émail couvre non seulement la surface intérieure, mais aussi les brides, en sorte que le joint en plomb porte sur des faces émaillées.

Le contenu du lessiveur peut être chauffé de différentes manières. Dans notre figure, un tuyau A, recourbé, amène la vapeur de chauffage. Ce tuyau, également émaillé à l'extérieur, est terminé par des renflements qui servent de brides pour sa jonction avec le lessiveur au moyen de joints en plomb; il est réuni aux conduites de vapeur et d'eau par les robinets B et C.

En D se trouve le trou d'homme dont le couvercle est également émaillé.

On a cherché à déterminer par l'analyse les compositions des solutions de sulfites de chaux acides employées actuellement en Allemagne, compositions que l'on cherche à tenir secrètes.

Quatre solutions, provenant de différentes fabriques, travaillant avec ce procédé, contenaient :

DENSITÉ	ACIDE SULFUREUX pour 10 centimètres cubes.	CHAUX	ACIDE SULFUREUX pour 100 de chaux.	ACIDE SULFUREUX libre pour 100 parties d'acide combiné.
—	—	—	—	—
1,044	0,4016	0,1555	258,2	12,98
1,059	0,5456	0,2070	263,5	15,27
1,042	0,3776	0,1485	254,3	11,24
1,042	0,3952	0,1500	263,5	15,27

Pour obtenir de semblables solutions au laboratoire, on disposa l'une au-dessus de l'autre deux tours en verre de 0m,250 de haut, qui étaient remplies de morceaux de marbre. On introduisit de l'acide sulfureux au pied de la tour supérieure, tandis que des gouttes d'eau tombaient à la partie supérieure.

La solution de sulfite de chaux acide et d'acide sulfureux obtenue dans la

©BIU Santé

tour supérieure traversait donc la couche de morceaux de marbre de la tour inférieure, sur une épaisseur de 0m,250 et contenait alors :

DENSITÉ	ACIDE SULFUREUX pour 10 centimètres cubes.	CHAUX	ACIDE SULFUREUX pour 100 de chaux.	ACIDE SULFUREUX libre pour 100 parties d'acide combiné.
—	—	—	—	—
1,022	0,1885	0,0815	231,2	1,14
1,033	0,3328	0,1335	250,0	9,36
1,036	0,3264	0,1300	251,0	9,79
1,051	0,4784	0,1830	261,4	14,35
1,071	0,8144	0,2470	329,7	44,23

En Allemagne, on emploie aujourd'hui de préférence des lessives de deux sortes, qui sont :

1° Une solution d'acide sulfureux dans l'eau d'une densité comprise entre 1,025 et 1,035, dans laquelle est dissoute une quantité de sulfite de chaux suffisante pour que la densité s'élève à 1,080.

Dans ces conditions, on a :

Densité de l'acide sulfureux	1,025	1,035
Densité de la solution de sulfite de chaux	1,070	1,080
Acide sulfureux pour 10 centimètres cubes	0,7552	0,9232
Chaux pour 10 centimètres cubes	0,249	0,255
Acide sulfureux pour 100 de chaux	303	362
Acide sulfureux libre pour 100 parties d'acide combiné	32,68	58,35

2° Des solutions d'acide sulfureux d'une densité comprise entre 1,002 et 1,004, auxquelles on ajoute la quantité de sulfite de chaux suffisante pour amener la densité à 1,008.

On a dans ce cas :

Densité de l'acide sulfureux	1,002	1,004	1,040
Densité de la solution de sulfite de chaux	1,005	1,008	1,0175
Acide sulfureux pour 10 centimètres cubes	0,056	0,100	0,144
Chaux pour 10 centimètres cubes	0,010	0,026	0,065
Acide sulfureux pour 100 de chaux	559,4	380	223
Acide sulfureux libre pour 100 parties d'acide combiné	144,7	66,23	0,0

Les chiffres de la dernière colonne indiquent les proportions relatives à une liqueur qui est saturée de sulfite de chaux.

Enfin, on s'accorde à dire que les fabricants allemands s'efforcent de préparer les lessives contenant autant que possible beaucoup d'acide libre et seulement la quantité de chaux nécessaire, parce que l'acide sulfureux combiné à la chaux sous forme de sulfite simple ou monosulfite est sans action au point de vue de la fabrication.

Nous résumerons les diverses opérations qui se succèdent dans ces fabrications de pâtes aux bisulfites en disant comment elles se pratiquent dans une des plus importantes usines de Suède située près de Gothembourg.

Les opérations principales sont les suivantes :

©BIU Santé

1° Préparation mécanique du bois avant de le soumettre à l'action chimique du bisulfite;

2° Chargement du bois dans une chaudière, et introduction de la solution de bisulfite de chaux;

3° Cuisson dans la chaudière sous une pression de 5 atmosphères.

Le bois employé pour la fabrication de la pâte est le sapin ordinaire de Suède tiré des environs des lacs, et vendu en bûches rondes par mesures de 6 mètres cubes environ.

Les bûches ont généralement une longueur de 1m,80, un diamètre moyen de 0m,15. Elles sont réduites rapidement à une longueur uniforme de 0m,60 au moyen d'une scie circulaire, puis une machine spéciale les débarrasse en quelques secondes de toute leur écorce.

Il faut ensuite enlever les nœuds et la résine; ce travail est fait par des enfants armés d'outils spéciaux.

Des disques en fer munis de couteaux d'acier et animés d'un rapide mouvement de rotation réduisent alors le bois en minces copeaux. Ces derniers sont très tendres et s'écrasent facilement entre les doigts. Des ouvrières les examinent alors avec soin pour en retirer tous les nœuds qui, se trouvant à l'intérieur des bûches, auraient échappé au premier examen. Il est très important pour la bonne marche des opérations, que les copeaux soient absolument purgés des nœuds et de l'écorce qu'ils peuvent contenir.

Les chaudières ont de grandes dimensions, 12 mètres de long sur 2 mètres de diamètre; elles sont en tôle d'acier.

Ces appareils en marche pèsent chacun 4.000 kilogrammes, ainsi répartis :

Chaudière et accessoires	20.000
Garniture en plomb	3.000
Bois et solution de bisulfite	17.000

Le bois est introduit dans la chaudière par deux trous d'homme situés à chaque extrémité. La charge est d'environ 13 mètres cubes; on ajoute alors environ 10 mètres cubes de solution de bisulfite de chaux.

Toutes les ouvertures sont bouchées, et la vapeur d'eau est amenée. La chaudière fait 5 révolutions par minute; l'opération dure environ dix heures sous la pression de 5 atmosphères.

Lorsque l'opération est terminée, on lâche la vapeur et on introduit une grande quantité d'eau froide pour laver le bois et refroidir la chaudière. Pour vider l'appareil, deux hommes entrent et font sortir la pâte en quelques minutes; ils s'assurent en même temps que la garniture de plomb est en bon état; ceci est important, car sans cela la solution chimique attaquerait les parois de la chaudière et la pâte serait colorée.

Nous avons vu précédemment comment on peut aussi parer à cet inconvénient en employant un émail particulier.

La pâte est ensuite portée aux défileuses et lavée avec soin. Quelques-uns des appareils de lavage sont en pierre et ont pour dimensions 7 mètres de long, 3 mètres de large et 1 mètre de profondeur.

La pâte qui exige un blanchiment est portée aux appareils à ce destinés.

©BIU Santé

Le bisulfite se prépare de la façon suivante :

Une haute tour carrée en briques d'une hauteur de 30 mètres environ sert à cette fabrication. Cette tour est divisée intérieurement en compartiments qui se prolongent jusqu'en haut. Au bas de la tour sont des fours à pyrites. Des grilles de fer ferment l'ouverture inférieure des chambres de la tour, dans laquelle on charge par le haut de la pierre à chaux.

L'acide sulfureux que produit la combustion des pyrites est amené par des carnaux au bas des chambres et parcourt toute l'épaisseur des pierres à chaux, tandis qu'une pluie d'eau provenant d'un réservoir placé au sommet de la tour traverse les chambres en sens inverse.

La solution de bisulfite de chaux qui résulte de l'action réciproque de l'acide sulfureux, de l'eau et de la pierre à chaux se rassemble dans des réservoirs situés au bas des chambres, puis est réunie dans deux grands bassins de 60 mètres cubes chacun.

La solution doit marquer exactement 4 degrés et demi Baumé; elle est alors distribuée aux chaudières par un système particulier de tuyaux.

Les éléments du prix de revient sont les suivants :

Le bois en bûches est acheté au prix de 7 francs le mètre cube. Chaque opération effectuée dans une chaudière produit 2 tonnes de pâte ayant exigé 13 mètres cubes de bois, 9 francs de charbon et 40 francs de main-d'œuvre.

Une tour de 25 à 30 mètres de haut, desservie par 6 fours à pyrite est suffisante pour alimenter 3 chaudières; son installation peut coûter environ 20.000 francs.

Les fours sont chargés quatre fois en vingt-quatre heures; chaque charge est de 800 kilogrammes de pyrites, qui reviennent à l'usine à 20 francs la tonne avec une teneur maximum en soufre égale à 40 p. 100.

Chaque opération nécessite une dépense de 1.300 kilogrammes environ de pyrites. On peut estimer à 30 francs environ la dépense nécessaire à la production de la dissolution de bisulfite employée dans chaque opération.

En réunissant tous ces chiffres on arrive à un prix de revient d'environ 100 francs par tonne de pâte. On voit quel progrès, à ce point de vue tout spécial est réalisé sur les procédés décrits précédemment.

Le personnel nécessaire pour une usine de ce genre fabriquant 10 tonnes de pâte par vingt-quatre heures est le suivant :

2 hommes à chaque chaudière;
2 — au générateur de vapeur;
3 — à la tour à bisulfite;
2 contremaîtres et 5 hommes pour la préparation du bois;
6 femmes et 4 enfants pour le triage des copeaux.

Le prix d'établissement d'une semblable fabrique peut s'établir ainsi :

	FRANCS
Bâtiments	30.000
Trois chaudières de cuite	75.000
Installation mécanique	20.000
Tour en briques avec 6 fours	20.000
Générateurs et machine à vapeur	25.000
	170.000

©BIU Santé

EMPLOI DE L'ÉLECTRICITÉ

Tout récemment des essais importants ont été faits en Autriche pour appliquer les courants électriques à la fabrication de la pâte de bois. Le résultat de ces essais est tout d'abord que le traitement électrique du bois ne se fera plus dans des lessiveurs métalliques, mais dans des fosses ouvertes, sans pression de vapeur.

Les fosses sont en maçonnerie cimentée, recouvertes de carreaux en terre cuite.

Le bois découpé est trempé dans une dissolution de sel marin avant d'être mis dans les fosses.

Le courant électrique créé par des machines dynamos traverse la masse. Sous son influence, le sel est décomposé en soude et chlore qui s'accumulent l'un au pôle positif, l'autre au pôle négatif et agissent l'une comme dissolvant, l'autre comme agent de blanchiment. On renverse de temps en temps le courant, de façon que les éléments soude et chlore se portent alternativement aux pôles opposés.

Le bois, sous les actions successives de la soude et du chlore subit une désagrégation et un blanchiment complets, pendant que le chlorure de sodium se reconstitue continuellement.

PATES DEMI-CHIMIQUES

On a développé depuis plusieurs années en Suède un procédé mixte qui produit des pâtes auxquelles on donne le nom de pâtes *demi-chimiques*.

Ces pâtes sont brunes; on les obtient en cuisant environ huit heures par de la vapeur à 8 atmosphères des copeaux de bois ou de petites bûches.

Quand la matière sort de l'appareil lessiveur, on remarque que les résines et les matières incrustantes sont ramollies au point que les doigts peuvent écraser facilement les morceaux de bois.

Un lavage abondant entraîne ensuite toutes les matières solubles, et la pâte obtenue peut être employée immédiatement pour fabriquer des enveloppes teintées, des papiers communs, des cartons colorés, etc.

La fabrication de ces pâtes spéciales est facile et très économique. Le raffinage se fait aisément au moyen d'un pulpe-engine semblable à celui que nous avons précédemment décrit.

BLANCHIMENT DES PATES DE BOIS

Nous avons laissé entendre précédemment que le blanchiment de ces pâtes offrait souvent de grandes difficultés, surtout en ce qui concerne les pâtes mécaniques, nous sommes donc amené à dire quelques mots de cette partie intéressante du sujet que nous traitons, en relatant diverses expériences qui ont été faites à ce propos.

©BIU Santé

Le jeune bois de pin est un des bois les plus blancs, et cependant il présente, même sur les surfaces récemment fendues ou éclatées, une faible coloration jaunâtre qui ressort d'une manière très tranchée quand on tient auprès une feuille de papier blanc.

Cette coloration jaune est particulière à la fibre ligneuse des pins, et son intensité dépend du degré de croissance de l'arbre.

Si l'on considère une section de bois de pin, on observe les signes caractéristiques connus de sa croissance ou les couches annulaires annuelles de son développement.

Chacun de ces anneaux est facile à reconnaître à première vue en ce qu'il ne possède aucune uniformité sous le rapport de la structure ou de la couleur. Il débute par une couche claire et se termine par une couche de plus en plus foncée, plus dense et plus dure.

La couche la plus claire, qui consiste en grandes cellules à minces parois, se forme au printemps, où l'abondance de la sève favorise sa formation et son développement; mais, avec l'affaiblissement successif de la croissance pendant l'été et l'automne, la formation des cellules marche avec plus de lenteur. Les cellules sont plus petites, à parois plus épaisses et de couleur plus foncée.

C'est aussi ce que l'on peut observer dans une section pratiquée sur la longueur de la tige, par exemple sur une planche unie ou sur un copeau enlevé par le rabot. La distribution de la matière colorante dans la tige est ainsi tout à fait inégale.

Mais la combinaison de la matière colorante avec la fibre ligneuse paraît être plus ou moins stable. Les petites cellules épaisses du bois d'automne paraissent, d'après les apparences, retenir cette matière avec bien plus de force que les grandes cellules à parois minces du bois lâche du printemps. Dans tous les cas, la pénétration des liquides employés dans le blanchiment est de beaucoup plus facile et plus rapide dans ces dernières que dans les premières.

Dans le bois défilé, dans la pâte de papier de bois, on ne peut plus, à la simple vue, reconnaître ces différences. La masse est alors, en apparence, homogène, mais c'est, en réalité, un entrelacement de fibres ligneuses, de structures diverses, de couleur plus claire ou plus foncée, qui, suivant leur densité, renferment la matière colorante plus ou moins adhérente.

Il est clair que les particules isolées de la pâte, à raison de leurs inégalités, doivent opposer une résistance variable à l'action des agents chimiques, et c'est en cela que réside la première difficulté contre laquelle il faut lutter dans le blanchiment de la pâte de bois.

Une seconde difficulté consiste dans les manipulations incommodes des bois défilés, qui peuvent absorber une énorme quantité d'eau, et par conséquent se transformer en quelque sorte en une bouillie d'un volume considérable.

Ce n'est qu'avec peine et en subissant certains déchets qu'on parvient, comme nous l'avons vu, à soumettre cette bouillie à la série des opérations mécaniques et chimiques ayant pour but de mettre à nu la cellulose; une difficulté souvent grande aussi réside dans le lavage.

Lorsque l'on examine d'un peu près l'action des divers réactifs sur la pâte de bois, on arrive aux résultats suivants :

©BIU Santé

Le chlore libre (eau chlorée) et les hypochlorites n'opèrent pas complètement le blanchiment de la fibre ligneuse. Souvent même ils lui communiquent une couleur d'un jaune plus ou moins intense. Les acides minéraux également, donnent une forte coloration jaune, tandis que les alcalis tendent à développer une coloration rougeâtre ou brunâtre.

Si l'on traite cette pâte de bois par une lessive faible de soude, ensuite par l'acide chlorhydrique étendu, pour lui enlever la résine et les matières incrustantes, on n'arrive pas à un complet blanchiment.

Quand on répète ce traitement à plusieurs reprises, on remarque une diminution considérable dans le volume de la pâte, provenant d'une destruction partielle de la fibre. Cette destruction se manifeste surtout quand on lave et fait sécher le résidu d'une opération. Ce résidu est alors sans consistance et peut être aisément broyé entre les doigts.

Il y a toutefois des circonstances où le chlore peut détruire la couleur de la pâte de bois, mais toujours aussi en détruisant peu à peu la fibre elle-même. Dans tous les cas, c'est le bois de printemps ou la portion la plus claire et à plus grandes cellules de l'anneau annuel qui est d'abord détruite, et, lorsque cette portion est déjà transformée en fibres friables blanches, le bois d'automne et le cœur sont encore intacts, et reconnaissables à des lignes et à des surfaces d'un brun clair.

L'acide nitreux agit de la même façon que le chlore et que le brome.

Des essais ont été faits également pour appliquer aux fibres du bois les propriétés blanchissantes de l'ozone, ou oxygène actif, par l'emploi de l'acide permanganique.

Dans ce but, la pâte de bois est introduite dans un bain de permanganate de potasse, et la masse y prend une couleur brun foncé; l'action de l'acide sulfureux lui rend sa teinte primitive, mais sans accroître sa blancheur.

On voit donc qu'en général les agents d'oxydation arrivent difficilement, pour ne pas dire plus, à blanchir la pâte de bois, surtout celle dite pâte mécanique.

On a essayé les substances réductrices. L'hydrogène à l'état naissant est resté sans effet. La pâte de bois, humectée avec de l'acide chlorhydrique étendu et mise en contact avec le zinc, ne change pas d'aspect. Il en est de même lorsque l'on traite le bois défilé avec une solution incolore de protoxyde de cuivre dans l'ammoniaque, en vase fermé; la solution ne se colore pas en bleu, ce qui montre que la pâte de bois ne cède pas d'oxygène.

D'autre part l'acide sulfureux exerce une action beaucoup plus prononcée et peut servir comme agent de blanchiment. Nous avons vu que c'était une des causes du succès des systèmes de traitement par les bisulfites. Mais cet acide communique au bois une légère teinte jaunâtre agréable à l'œil et souvent recherchée, mais qu'il est difficile de faire disparaître lorsqu'on le désire.

L'acide sulfureux ne blanchit pas dans l'acception propre du mot, c'est-à-dire qu'il ne détruit pas la matière colorante. Il détermine plutôt dans l'intérieur de la fibre un changement moléculaire, qui s'annonce par une dilatation et un gonflement de cette fibre; la masse devient plus homogène, plus uniforme, plus brillante; elle acquiert la propriété de disperser également bien tous les rayons lumineux et par conséquent de paraître blanche.

©BIU Santé

Au bout d'un contact un peu prolongé avec l'acide sulfureux, on observe un gonflement des fibrilles du bois, la masse prend un aspect plus doux et plus fin. Si l'on supprime l'action de l'acide, par neutralisation, en ajoutant un peu de soude ou mieux un peu de savon, la coloration jaune produite par l'acide tend à disparaître, et la masse paraît plus blanchâtre qu'avant l'opération, mais le blanchiment n'est pas absolument complet.

Dans tous les cas, c'est toujours la portion automnale si tenace, celle formée par la couche annuelle, qui résiste à l'action de gonflement produite par l'acide sulfureux.

On a essayé aussi d'exposer les pâtes de bois à l'action de la fermentation. On n'a pas obtenu de résultats.

Enfin on a cherché à imprégner d'un précipité blanc ou d'un composé bleuissant, de façon à atténuer la teinte jaune.

Dans ce but on traite la matière soit en vases ouverts, soit dans le vide par une solution de chlorure de baryum ou d'acétate de plomb, puis par l'acide sulfurique ou le carbonate de soude. Mais il arrive que le précipité blanc formé n'adhère pas à la fibre; les lavages l'enlèvent facilement.

Si on remplace le traitement précédent par l'emploi de solutions très étendues de chlorure de fer et de cyanoferrure de potassium, on obtient un léger ton de bleu adhérant à la fibre, mais la masse ne devient pas blanc bleuâtre, elle prend un aspect verdâtre désagréable à l'œil; le même résultat est obtenu lorsque l'on cherche à bleuir par voie mécanique, à l'aide de l'outremer.

Disons en terminant que pour arriver à blanchir plus facilement les pâtes de bois, M. Aussedat, il y a vingt ans, recommandait dans l'exploitation l'emploi du moyen suivant :

On doit couper l'arbre au moment de la sève ou quelque temps avant. On lui enlève toutes ses branches, à l'exception du bouquet supérieur qui couronne l'arbre.

L'arbre ainsi abattu repose à terre avec toute son écorce pendant un temps plus ou moins long. La sève, qui tend à monter, gagne peu à peu le bouquet supérieur; lorsque ce dernier est mort, on peut être certain que les matières qui gênent le blanchiment ont à peu près disparu.

Ce traitement a l'avantage de rendre le transport des arbres plus facile et moins coûteux, puisqu'ils sont plus légers; la désagrégation, le lessivage, et enfin le blanchiment deviennent plus faciles, plus complets et plus économiques.

©BIU Santé

CHAPITRE V

EMPLOI DE LA PAILLE DANS LA FABRICATION DU PAPIER

L'emploi de la paille dans la fabrication du papier est relativement ancien; il date d'un siècle environ, et c'est, pensons-nous, dans le centre de la France qu'a eu lieu le premier emploi de ce succédané des chiffons. Aujourd'hui encore cette partie de la France, et notamment le Limousin, fabriquent le papier de paille sur une vaste échelle.

On préfère généralement la paille de seigle, qui est meilleur marché, mais on peut employer également les pailles de blé, d'avoine, d'orge, de maïs, etc.

La composition moyenne de ces diverses pailles, au point de vue de la fabrication du papier, est la suivante :

	MATIÈRES fibreuses ou ligneuses	EAU et matières incrustantes.
	—	—
	p. 100	p. 100
Avoine	47	53
Blé	52	48
Colza	53	47
Fèves	46	54
Maïs	25	75
Orge	50	50
Seigle	48	52

En général la nature du terrain où la céréale a poussé influe d'une façon notable sur la composition de la paille. C'est ainsi que les terrains siliceux produisent des pailles dont la matière incrustante est souvent un obstacle pour la fabrication.

La paille de blé est ordinairement plus tendre; elle contient en effet une proportion moindre de silice, qui se trouve en moyenne ainsi répartie dans les trois céréales principales :

Orge	7 p. 100
Seigle	6 —
Blé	4 —

©BIU Santé

Les deux dernières sont donc les moins cassantes et fournissent un papier plus solide et plus beau, celui de seigle étant d'une belle teinte jaune généralement préférée.

Comme l'indique le tableau que nous venons de donner, la partie ligneuse forme à peu de chose près la moitié de la matière totale, à l'exception toutefois du maïs.

Le maïs fournit un papier qui se trouve naturellement collé et qui est très tenace. On peut établir ainsi son prix de revient approximatif. Il faut pour 100 kilogrammes de papier :

	FRANCS
350 kilogrammes de paille de maïs à 1 fr. 50	5,25
Nettoyage	10,50
Combustible	7,00
Lessivage, produits chimiques	3,00
Blanchiment, produits chimiques	5,00
Frais généraux	11,25
	42,00

On mélange ordinairement la pâte de maïs ainsi obtenue avec des quantités variables de pâte de chiffons pour fabriquer les papiers d'emballage, qui sont estimés à cause de leur solidité.

Comme pour le bois, nous pouvons diviser l'emploi de la paille en deux catégories principales, comprenant la confection du papier de paille ordinaire, d'une part, et, d'autre part, la confection de pâtes chimiques de paille.

FABRICATION DU PAPIER DE PAILLE ORDINAIRE

Depuis un certain nombre d'années, la consommation du papier de paille s'est considérablement accrue. La France possède un nombre considérable de fabriques produisant cette espèce de papier.

La paille est d'abord choisie avec soin; elle ne doit pas renfermer d'herbes étrangères qui altéreraient sa couleur et nuiraient à la solidité du papier. On préfère ordinairement les pailles renfermant peu de moelle, parce que cette dernière est attaquée rapidement par la chaux que l'on emploie pour préparer la pâte, et qu'il en résulte pour la feuille une diminution de résistance.

On doit remiser la paille sous des hangars, sinon la pluie et le soleil l'altèrent rapidement, la font pourrir, et lui donnent une couleur noire qui reste ensuite dans le papier.

La paille est amenée ensuite au coupage. Cette opération se faisait autrefois au moyen d'un appareil formé de deux plateaux armés de lames hélicoïdales tournant rapidement devant une contre-lame; on a remplacé depuis cet appareil par le hache-paille ordinaire, usité en agriculture.

Ces instruments doivent réaliser plusieurs conditions :

1° Ils doivent couper en fragments de longueur plus ou moins grande à volonté;

2° Ils doivent exiger, par kilogramme de paille coupée à 1 centimètre de longueur, par exemple, le moins possible de travail moteur;

©BIU Santé

3° Ils doivent être d'une conduite facile, d'un entretien peu coûteux, et d'une grande durée;

4° Ils doivent être d'un prix modéré.

Les hache-pailles comprennent trois dispositions principales de lames. Tantôt la lame guidée par une bielle est animée d'un mouvement alternatif, comme dans ceux dits à guillotine, tantôt les lames sont disposées à la surface d'un cylindre creux suivant une hélice allongée. Ces deux dispositions sont aujourd'hui généralement abandonnées; on leur préfère les instruments dans lesquels les lames sont fixées dans le plan d'un volant; la paille à couper s'avance perpendiculairement à ce plan. Le tranchant des lames est convexe, mais plan; l'affûtage et le réglage sont beaucoup plus faciles.

La partie tranchante du hache-paille est la plus importante de l'appareil; la matière doit être convenablement comprimée pendant le passage du couteau. Si

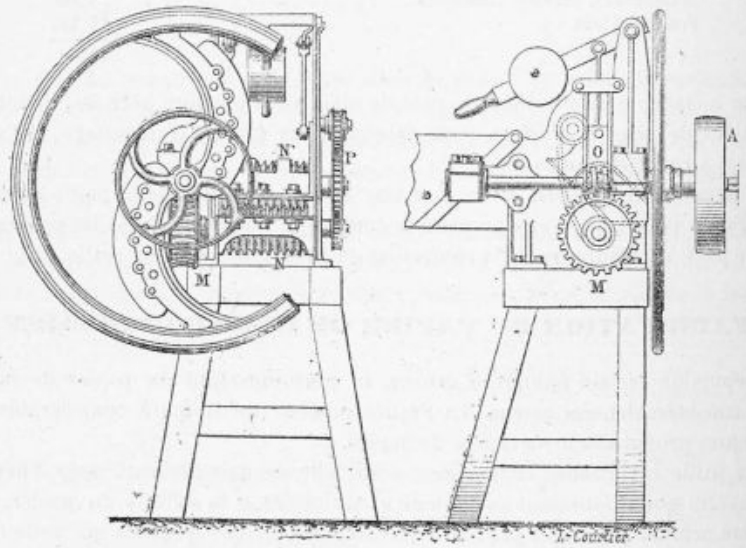


Fig. 118.

la pression est insuffisante, le coupage se fait mal et la lame se fatigue; si, au contraire, elle est trop énergique, on dépense en pure perte une force plus ou moins considérable.

Ce mécanisme doit donc être disposé de façon à exercer une pression régulière, quelles que soient les variations de l'alimentation. En outre, il doit donner le moyen de faire varier la longueur de la paille hachée dans des limites assez étendues.

Nous donnons, figure 118, l'ensemble d'un hache-paille qui a pour caractère particulier que tout le mécanisme est monté sur un bâti en bois ou en fonte, et qu'il peut être disposé avec une ou plusieurs lames, qui sont fixées sur un volant dont l'axe horizontal est directement actionné par le moteur au moyen de la poulie de commande A.

©BIU Santé

La paille est amenée sous les lames par deux cylindres cannelés NN′ tournant en sens contraire.

Le cylindre inférieur ne se déplace pas. Il porte à son extrémité un engrenage M recevant le mouvement d'une vis sans fin O placée sur l'arbre du volant. Le cylindre supérieur N′ est mobile; il se lève suivant l'épaisseur de la paille engagée. Ce cylindre reçoit le mouvement d'une chaîne sans fin P, articulée, à maillons réguliers. Cette chaîne passe sur un engrenage porté par l'axe du cylindre inférieur. Sur l'axe du cylindre supérieur se trouve une roue dentée qui engrène avec la chaîne.

La chaîne se tendant pendant la marche, il s'ensuit qu'elle appuie continuellement sur l'engrenage du cylindre supérieur.

Cette disposition permet donc de rendre mobile le cylindre supérieur, ce qui contribue à la bonne marche de l'appareil.

MACÉRATION

On place ordinairement le hache-paille au-dessus de grandes fosses en maçonnerie ou de cuviers en bois d'une contenance d'environ 10 mètres cubes, dans lesquels on fait macérer la paille qui, grâce à cette disposition, tombe immédiatement dans les fosses une fois qu'elle est coupée.

La durée de la macération est variable : en été elle est de un à deux jours, en hiver elle demande au moins une semaine. On active quelquefois au moyen d'un jet de vapeur.

Cette opération remplace le pourrissage autrefois pratiqué; elle a pour base l'action d'un lait de chaux qui, agissant sur les parties incrustantes de la matière, la transforme en une pâte épaisse et gluante.

Pour 100 kilogrammes de papier fabriqué, on emploie environ 25 kilogrammes de chaux dissoute dans 100 fois son poids d'eau. La cellulose n'est pas attaquée, elle conserve toutes ses propriétés.

On retire ensuite la paille des fosses, puis on l'égoutte avec soin pendant plusieurs jours. Cet égouttage achève la macération; c'est un commencement de pourrissage que l'on ne doit pas trop prolonger pour ne pas altérer la solidité des fibres.

Nous venons de dire que la macération est quelquefois accélérée par un jet de vapeur; dans ce cas, on doit employer un lait de chaux plus faible, sinon on pourrait altérer la couleur du papier.

BROYAGE. — RAFFINAGE

On emploie souvent pour le broyage, des meules ou moulins broyeurs analogues à ceux que nous avons déjà décrits précédemment. Mais la matière qu'il s'agit ici de broyer est telle, que les meules ordinaires présentent certains inconvénients que l'on a cherché à pallier par l'emploi d'autres appareils.

C'est ainsi que la paille renferme des nœuds dont la résistance est plus grande que celle du fétu. Il s'ensuit que pour désagréger complètement ces nœuds, l'action de la meule doit être prolongée au delà du temps largement

©BIU Santé

nécessaire; l'ensemble de la pâte perd alors une partie de sa résistance, elle n'est plus homogène; certains nœuds même persistent encore et paraissent dans le papier.

Le fonctionnement du moulin broyeur, que nous représentons figure 119, repose sur le principe suivant :

A l'action de frottement et de scission de la paire de meules a été substituée celle de percussions réitérées. Des batteurs en fer forgé, armés de pointes d'acier, tournent rapidement dans une cage et, par leur force centrifuge, chassent devant eux la substance à triturer et la broient contre des blocs en fer très durs, placés à la circonférence de la cage. Le degré de finesse est déterminé par la dimension des interstices du grillage qui occupe la demi-circonférence inférieure, par laquelle s'échappe la paille broyée et pour ainsi dire pulvérisée. Ces grillages peuvent être changés à volonté.

Une autre machine intéressante est la machine Labrousse, représentée figure 120; elle est destinée à remplacer les meules et les piles dans la fabrication du papier de paille.

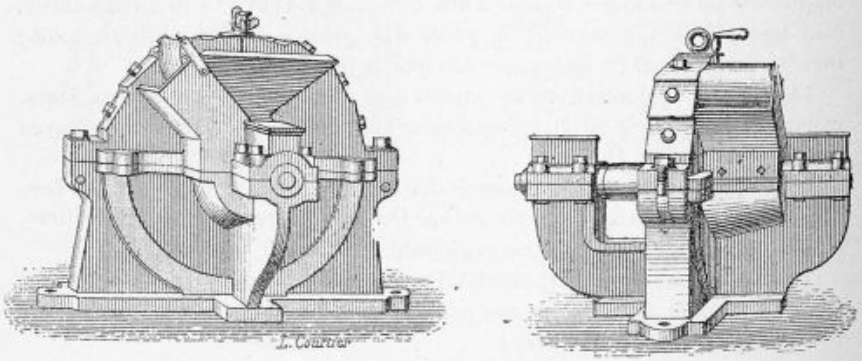


Fig. 119.

La paille sortant des caisse de macération est chargée dans l'alimentateur M, dont la fonction est d'éliminer tout corps plus dense que l'eau, de laver la paille et d'alimenter sans interruption le broyeur R.

Une cuve à deux compartiments constitue l'alimentateur. Un tambour à jour, enveloppé par une toile mécanique sans fin, se trouve logé dans le premier compartiment. Le deuxième est en communication avec ce tambour et renferme une roue à tympan N, dont la fonction est d'enlever le liquide. La communication entre les deux compartiments est établie au travers du tambour et de la toile métallique.

Le délayage automatique de la matière dans le liquide et l'alimentation continue, provenant d'un courant liquide traversant la toile mécanique, opèrent dans le compartiment du tambour le triage des corps durs. La roue à tympan entretient ce courant et fait adhérer la paille à la toile métallique qui la verse dans le broyeur R.

Cet appareil comprend un cylindre creux R dans lequel tourne, avec une

©BIU Santé

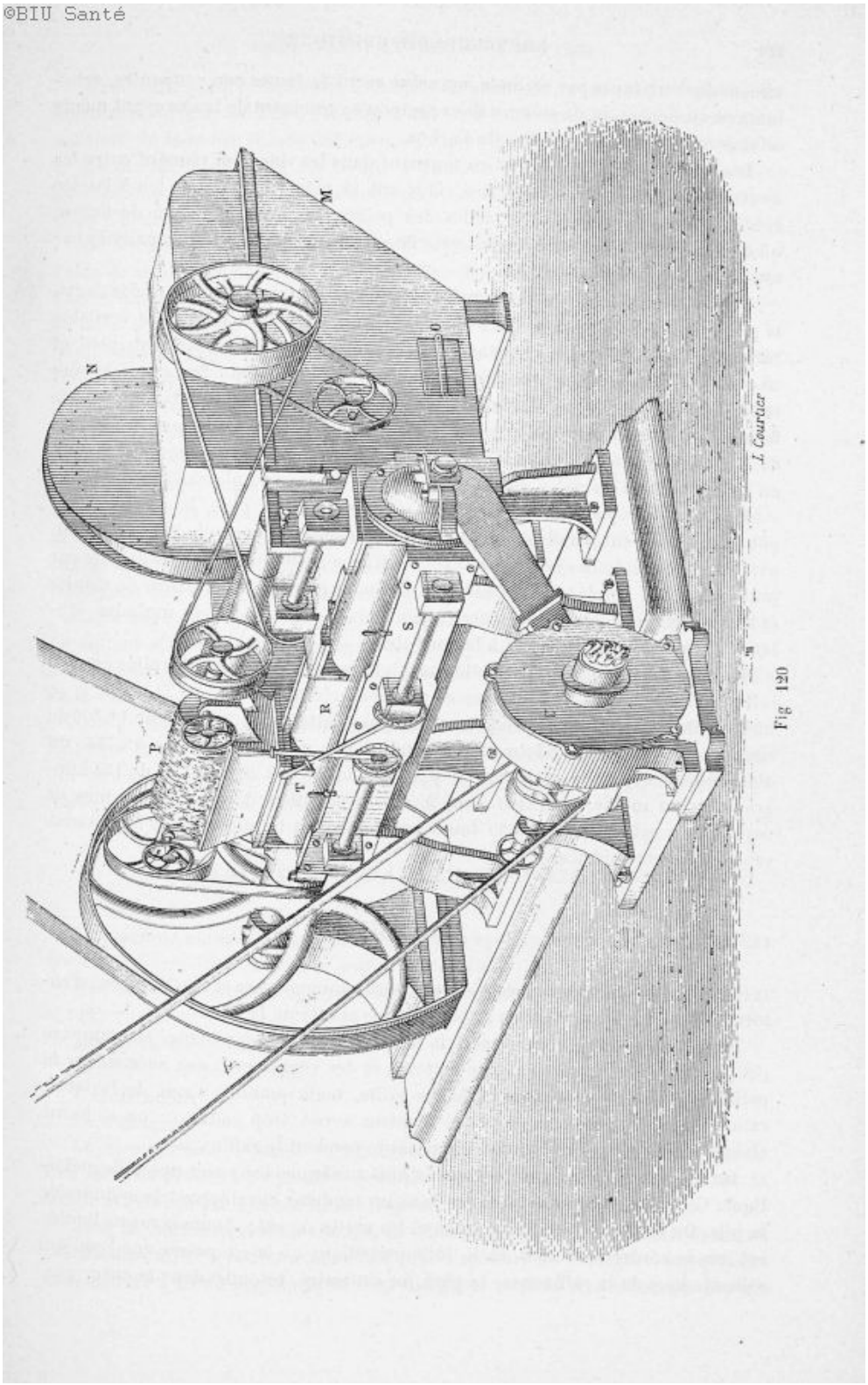


Fig. 120.

©BIU Santé

vitesse de deux tours par seconde, un arbre garni de lames non coupantes, échelonnées en hélices, et de peignes fixes composés également de lames ayant même section que les ailes des lames de l'arbre.

Les lames de l'arbre passent en tournant dans les vides qui règnent entre les dents de peignes. Les pleins et les vides ont la même section. Le jeu à laisser entre les lames de l'arbre et celles des peignes dépend du degré de finesse qu'aura la pâte; pour faire varier cette finesse, on rend mobiles les peignes par rapport à l'axe du cylindre.

Une fois étirée, transformée en filaments par l'action des lames et des dents, la paille tombe additionnée d'eau dans le troisième appareil, qui est un véritable raffineur. Cette partie U de la machine a reçu le nom de défibreur centripète, et se compose d'un tambour renfermant, d'une part, un plateau fixe garni de cinq rangées de lames formant cinq peignes et, d'autre part, un plateau mobile faisant 500 tours à la minute, garni de six rangées de mêmes lames échelonnées de façon à ramener la matière au centre. Les lames du plateau mobile passent en tournant dans les vides qui règnent entre les lames du plateau fixe.

En outre, le plateau tournant est mobile dans un plan horizontal pour pouvoir obtenir un jeu plus ou moins grand entre les lames qui s'entre-croisent.

Une machine de ce système pouvant fabriquer 2.500 kilogrammes de pâte par jour occupe un emplacement beaucoup moindre que les douze paires de meules et les trois piles qu'elle remplacerait; son prix d'acquisition est moindre également; un seul ouvrier suffit à la conduire.

Lorsque l'on n'emploie pas cette machine, la pâte de paille est traitée comme celle de chiffons par les piles à papier décrites précédemment.

Ces piles ont, dans le Limousin, une longueur atteignant 3m,500, sur 1m,500 de large et 0m,500 de profondeur. Les cylindres ont une longueur de 0m,700, un diamètre de 0m,600. La charge de pâte au sortir des meules est de 150 kilogrammes au moins, correspondant à une production de 50 kilogrammes de papier. Les cylindres font 250 tours par minute et la pile absorbe 5 chevaux-vapeur de force motrice.

LAVAGE

Souvent la paille employée n'est pas suffisamment pure et l'on est forcé d'enlever les traces de terre et les impuretés que renferme la pâte.

Lorsque la paille est destinée à la fabrication du papier blanc, ce nettoyage peut se faire en employant des batteurs et des ventilateurs qui opèrent sur la paille sitôt après son passage au hache-paille, mais quand il s'agit de la fabrication de papier commun, ce mode d'opérer serait trop coûteux; on se borne alors à un lavage spécial auquel on procède pendant le raffinage.

On emploie pour cela un châssis en bois sur lequel est posée une toile métallique. Ce châssis-laveur est disposé dans un tambour enveloppant le cylindre de la pile. On évite ainsi les projections et les pertes de pâte. Toute la masse liquide est lancée contre le châssis et la toile métallique ne laisse passer que l'eau qui s'écoule hors de la raffineuse; la pâte, au contraire, retombe dans la cuve.

©BIU Santé

L'eau salie par les impuretés les entraîne avec elle et se trouve renouvelée constamment par de l'eau pure pendant toute la durée de l'opération. Cette manière de faire est encore défectueuse, mais elle est économique. Toutefois on a cherché dans ces derniers temps à l'améliorer par l'emploi d'un système de tambour laveur extrayant l'eau sale à l'aide d'un siphon, mais sur lequel nous n'insisterons pas.

On a essayé aussi dans certaines fabriques de raffiner la pâte de paille à l'aide de meules horizontales semblables à celles employées dans le raffineur de Thode, que nous avons déjà décrit figures 47 et 48. Ces machines prennent moins de force que les piles ordinaires; en outre les parties dures et les nœuds de la paille sont plus facilement écrasés, les portions déjà défibrées sont moins altérées, car la pile ordinaire laisse toujours échapper une certaine quantité de nœuds incomplètement broyés, et si l'on veut pousser le broyage à fond dans les piles, on est forcé de rapprocher le cylindre sur la platine pendant un temps trop long, et il en résulte que le papier produit est moins solide parce que les fibres sont raccourcies.

Quoi qu'il en soit, la pâte est, après le raffinage, dirigée dans des cuviers mélangeurs d'une capacité suffisante pour contenir le produit de plusieurs raffineurs. En mélangeant intimement toutes ces pâtes, on obtient une masse très homogène que l'on dirige ensuite sur la machine à papier.

Cette opération du mélangeage est très importante lorsqu'il s'agit de paille ; on obtient ainsi une grande uniformité dans l'épaisseur de la feuille, la fabrication est plus parfaite, la feuille se casse moins souvent, ce qui diminue les arrêts de la machine.

Ces grands cuviers ordinairement en bois sont munis à leur intérieur d'un agitateur en fer à bras horizontaux marchant lentement afin d'éviter des pâtons qui gêneraient la fabrication et qui seraient produits par l'agglomération de fibres que causerait une agitation trop rapide.

MACHINE A PAPIER DE PAILLE

La machine employée dans cette fabrication spéciale diffère en partie de celles que nous avons décrites pour le papier ordinaire.

Une de ces machines employées dans le Limousin est représentée figures 121 et 122.

Les opérations comprennent :

La formation de la feuille.

L'égouttage.

Le séchage.

La formation de la feuille se produit sur un cylindre P appelé forme ronde. Une série de presses ou cylindres produit ensuite l'égouttage, et finalement la feuille est séchée par une sécherie à vapeur.

Dans la machine qui nous occupe, la table de fabrication dont nous avons vu précédemment le fonctionnement lorsqu'il s'agissait de fabriquer des papiers fins, serait ici trop compliquée et trop coûteuse. Pour la confection des papiers

©BIU Santé

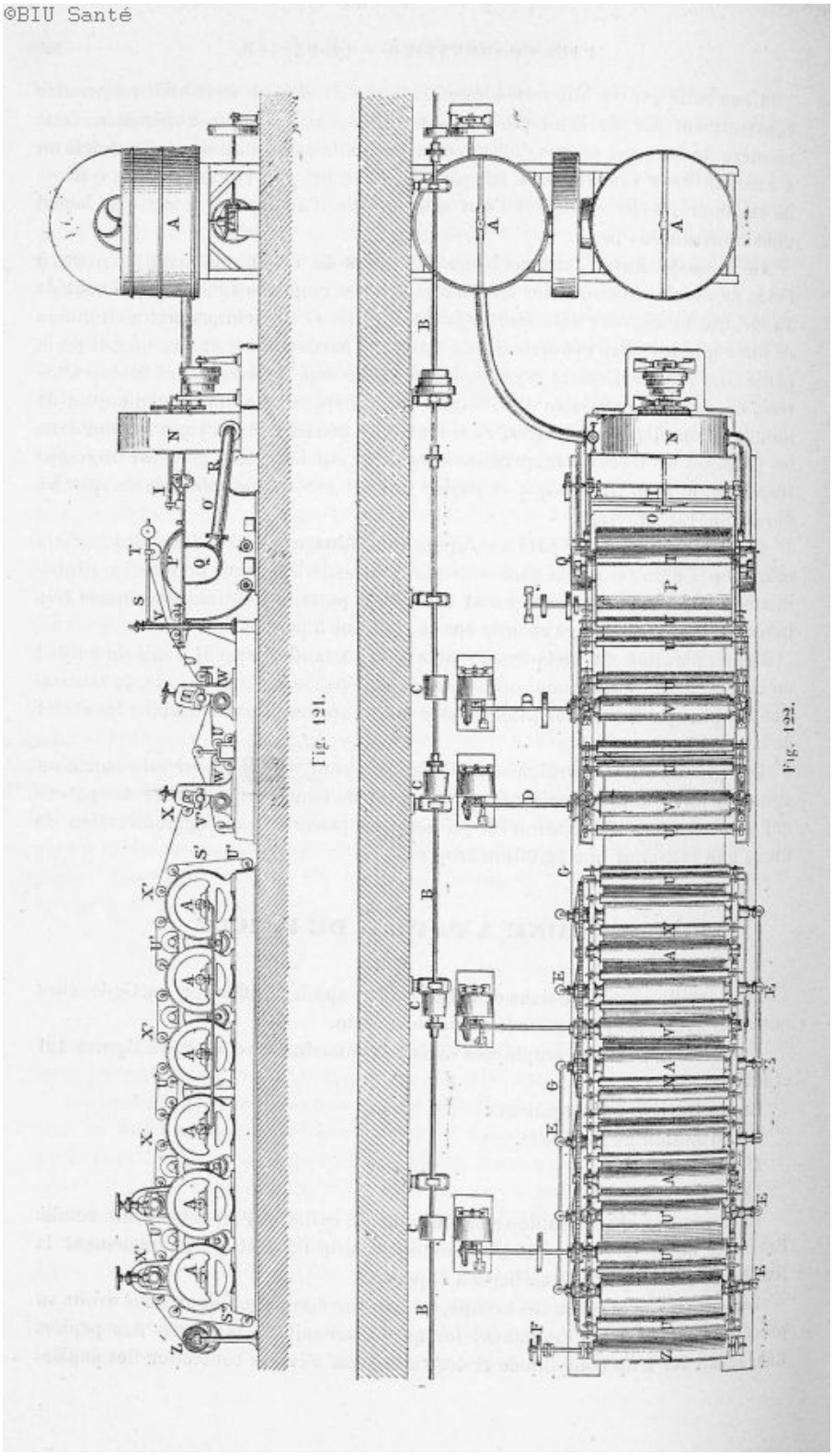


Fig. 121.

Fig. 122.

©BIU Santé

grossiers, on l'a remplacée par la forme ronde et cette substitution remonte déjà à une époque assez reculée.

Cette forme ou cylindre P possède à sa circonférence une série de barres en fer, qui supportent une grande quantité de cercles en cuivre nommés *pontuseaux* qui sont enveloppés par une toile métallique.

Une cuve en bois ou en métal O reçoit le cylindre P qui s'y trouve presque complètement plongé.

A l'avant de la cuve dont le fond est disposé de façon à faciliter l'écoulement de la pâte, se trouve un épurateur I.

La pâte arrive dans la cuve puis traverse l'épurateur, et parvient à la forme P.

De gros tuyaux R font communiquer la forme avec la caisse N qui se trouve placée en tête de la machine. Dans cette caisse une roue à tympan puise de l'eau qui va s'écouler devant l'épurateur I. La pâte est entraînée par ce courant, elle se dépose sur la toile métallique du cylindre P. Pendant ce temps l'eau qui l'a amenée arrive dans la forme et retourne à la roue à tympan pour se mélanger avec une nouvelle portion de pâte fraîche qui arrive du cuvier agitateur A.

En ramenant ainsi de l'eau filtrée par les toiles métalliques, on utilise les parcelles de pâte entraînées, et la pâte qui vient des cuviers A est en même temps éclaircie par cette eau. La circulation dans l'épurateur est ainsi facilitée.

Certaines machines récentes, ont en outre sous la forme et sur les côtés, des agitateurs dont les palettes en tournant empêchent les fibres de se déposer avec les matières lourdes.

Un rouleau T en bois enveloppé de feutre enlève à la partie supérieure la pâte que le courant de liquide a déposée sur le cylindre P.

La toile métallique retient difficilement la pâte, elle l'abandonne donc à l'action du feutre sans fin en laine S qui vient des presses pour s'enrouler autour du rouleau T en le faisant tourner lentement; ce rouleau T communique lui-même le mouvement au cylindre P; ce dernier se recouvre donc de pâte constamment. Cette opération constitue la formation d'une feuille de papier sans fin qui est entraînée par le feutre sous les presses destinées à l'essorer.

Il y a généralement deux paires de presses qui comprennent chacune deux cylindres V V′ disposés dans des cages J.

Les premières presses nommées presses humides reçoivent la feuille de papier amenée par le feutre S; ce dernier après avoir abandonné le feuille à sa sortie des presses, revient vers la cuve conduit par des rouleaux en bois U. Il continue ensuite à enlever constamment la couche de pâte que le cylindre P ramène de la cuve à chaque rotation.

Après cette première pression, la feuille de papier est assez résistante pour pouvoir être décollée du cylindre supérieur, elle est alors conduite sur le feutre de la seconde presse V′.

Enfin la feuille conduite par les rouleaux en cuivre X X′ arrive à la sécherie.

On voit sur la figure 122 le détail de la transmission qui donne le mouvement aux presses V V′ ainsi qu'à la sécherie A A.

Des volants de manœuvre servent à régler la pression des cylindres au moyen de vis appuyant sur les coulisseaux des cylindres supérieurs. Les nœuds ou les impuretés de la pâte produisent souvent des trous sur la fonte polie; on

©BIU Santé

évite cet inconvénient en garnissant le cylindre inférieur des presses, avec deux enveloppes en caoutchouc, qui ont en outre l'avantage de préserver les feutres.

Il est très important d'exercer sur la feuille une pression très régulière pour éviter des retraits qui se produiraient ensuite à la sécherie par suite d'inégalités dans la distribution de l'humidité à l'intérieur de la feuille de papier.

Un petit intervalle permettant et facilitant la surveillance sépare les presses de la sécherie. Cette dernière comprend une série de cylindres A A qu'un courant de vapeur chauffe entièrement. Des feutres S′ S″ qui doivent faire circuler la feuille de papier s'enroulent successivement sur ces cylindres.

La machine que nous représentons possède deux batteries de sécheurs; chaque batterie comprend trois cylindres. Des rouleaux en fonte U′ conduisent le feutre d'un cylindre à l'autre. Ce feutre en avançant entraîne le papier et l'abandonne au dernier cylindre pour retourner en tête de la batterie en passant sous les sécheurs: ce feutre est soutenu pendant ce parcours par d'autres rouleaux en fonte qui servent aussi à le tendre.

Des robinets E servent à régler l'introduction de la vapeur dans chaque sécheur, l'eau condensée s'échappe par l'extrémité opposée.

La sécherie est terminée par une bobine Z sur laquelle la feuille de papier s'enroule d'une façon continue, elle est ensuite livrée aux coupeuses ordinaires.

La vitesse de l'arbre de couche qui commande la machine à papier varie entre 60 et 80 tours par minute. Quant aux presses et aux sécheurs leur vitesse doit pouvoir être constamment variée, car elle dépend de l'épaisseur et de la qualité du papier que l'on fabrique ; cette vitesse tangentielle est ordinairement comprise entre 15 et 30 mètres par minute.

La machine qui nous occupe peut produire environ 15 mètres de papier par minute en épaisseur moyenne, et en papier fin 30 mètres. Elle peut absorber une force comprise entre 8 et 10 chevaux-vapeur.

En général, dans les usines marchant complètement à la vapeur on brûle de 70 à 100 kilogrammes de charbon par 100 kilogrammes de papier fabriqué.

On peut estimer comme suit les frais d'installation d'une fabrique de papier de paille produisant 100 kilogrammes de papier à l'heure, et mue par une force hydraulique capable de faire mouvoir tous les appareils mécaniques:

	FRANCS
Une ou plusieurs turbines d'une puissance totale de 70 chevaux, environ	14.000
Générateur de vapeur	8.000
Pompe d'alimentation	2 000
Hache-paille	1.000
6 paires de meules	8.000
3 piles raffineuses	9.000
Machine à papier pouvant fabriquer une feuille de 1m,50 de large pesant en moyenne 80 grammes au mètre carré	30.000
Coupeuse en long et en travers	3.000
Presses à percussion pour serrer le papier	3.000
Bâtiments, etc.	82.000
	160.000

©BIU Santé

On peut alors établir le prix de revient dans cette sorte de papier de la manière suivante pour 100 kilogrammes fabriqués :

135 kilogrammes de paille à 5 francs les 100 kilogrammes	6,75
30 kilogrammes de chaux à 3 francs les 100 kilogrammes	0,90
50 kilogrammes de charbon pour séchage à 25 francs	1,25
Main-d'œuvre variant de 3 à 4 francs	4,00
Frais généraux. Amortissement, etc..	5,10
	18,00

Les cours de ce papier varient entre 20 et 25 francs, suivant les épaisseurs.

PATES CHIMIQUES DE PAILLE

Nous avons vu précédemment quelles étaient les compositions des pailles de céréales diverses au point de vue des matières ligneuses et des matières incrustantes; pour le froment qui contient 32 p. 100 de matière ligneuse ou fibreuse, la composition est la suivante :

Cellulose	52,0
Matières grasses et gommeuses	29,5
Silice	4,0
Chaux. Potasse. Sels divers	2,5
Eau.	12,0
	100,0

Le traitement chimique comporte comme opération principale un lessivage sous pression à la soude caustique. Mais ce traitement ne peut être économique si on ne revivifie pas l'alcali pour le réemployer ensuite.

Un des premier procédés mis en usage il y a vingt-cinq ans peut se résumer ainsi :

La paille passe d'abord dans une machine à couper qui la divise en petits morceaux ayant environ 20 millimètres de longueur.

On soumet ensuite la paille ainsi découpée à l'action d'une meule qui sépare les fibres et broie les nœuds. En opérant ainsi, on diminue le temps nécessaire à la cuisson en pulvérisant ou à peu près une proportion considérable de la silice contenue dans la paille, ainsi que des autres matières minérales. Ces matières sont alors plus facilement dissoutes par les agents chimiques.

La paille est ensuite placée dans un appareil rempli d'eau froide que l'on amène peu à peu à l'ébullition à l'aide d'un courant de vapeur. On commence ainsi à enlever les matières colorantes solubles dans l'eau que renferme la paille.

Les eaux colorées sont écoulées, puis on ajoute une dissolution de soude caustique dans la proportion de 800 litres de dissolution pour 100 kilogrammes de paille sèche. On fait cuire le tout pendant 6 heures environ, et l'opération étant achevée, on lave la masse à l'eau chaude.

Une solution faible d'acide sulfurique est ajoutée à la paille ainsi traitée et l'on recuit pendant deux heures.

Enfin on verse sur les matières une dissolution de chlorure de chaux ayant servi au dernier blanchiment des matières dans une précédente opération. Cette action se prolonge pendant environ dix-huit heures.

©BIU Santé

Lorsqu'il s'agit de paille d'avoine le mode de traitement devient le suivant :

La matière est d'abord coupée au hache-paille, puis aussitôt soumise à l'action de la soude caustique dans un lessiveur rotatif divisé en deux compartiments séparés par un diaphragme percé de trous.

Chacun des compartiments de l'appareil peut renfermer 650 kilogrammes de paille hachée. On y ajoute 250 kilogrammes de soude dissoute dans une quantité d'eau suffisante pour que la liqueur marque 14 degrés à l'aréomètre.

L'appareil est fermé, puis le tout est animé d'un mouvement lent de rotation pendant environ six heures.

Durant l'opération, de la vapeur à 5 atmosphères arrive dans l'intérieur de l'appareil. En présence de la soude, et à cette température le tissu de la paille se désagrège, la cellulose se ramollit, et finalement forme de la pâte à papier.

Au sortir du lessiveur, la pâte tombe dans une cuve où elle subit un lavage à l'eau, qui a pour effet d'entraîner la soude chargée d'une grande quantité de matière colorante brune.

Les parties les plus concentrées de ces eaux de lavage sont évaporées pour récupérer la soude caustique ; celles qui sont trop pauvres pour supporter les frais d'évaporation sont rejetées.

Ces lavages répétés laissent la pâte encore grise ; on la soumet pour la blanchir, à l'action d'une dissolution faible de chlorure de chaux dans des cuves en pierre. Après décoloration complète, elle subit de nouveaux lavages à l'eau, et en dernier lieu on la traite par une dissolution faible d'acide sulfurique pour enlever les dernières traces de chlorure.

La pâte blanche, et bien égouttée, est enfin soumise à l'action de broyeurs énergiques, puis elle reçoit l'encollage et subit finalement toutes les opérations de la fabrication du papier proprement dite.

On peut se rendre compte immédiatement que les deux opérations principales dans cette fabrication de la pâte de paille sont au point de vue du prix de revient le lavage de la pâte et la récupération de l'alcali. Ces deux parties de la fabrication ont été étudiées d'une façon toute spéciale par MM. Lespermont et Porion.

LAVEUR LESPERMONT

Nous avons vu que pour obtenir d'un végétal quelconque une pâte chimique propre à faire du papier blanc, il fallait traiter ce végétal par une quantité de soude ou d'alcali caustique assez grande, qui pour certains d'entre eux dépasse le poids du produit à obtenir.

L'action de l'alcali caustique favorisée par une température que l'on élève quelquefois jusqu'à 200 degrés permet aux fibres de se séparer longitudinalement, et leur rend la souplesse qu'elles n'avaient perdu que par l'effet des matières incrustantes. Il ne reste plus alors qu'à séparer ces fibres d'avec les parties végétales rendues solubles par l'alcali, puis à les blanchir par les procédés connus.

Nous avons vu également que la liqueur noire contenant les matières incrustantes combinées à l'alcali doit être recueillie soigneusement, car il est possible d'en extraire la presque totalité de l'alcali qu'elle renferme.

©BIU Santé

Si on ne le faisait pas, ces eaux de lessivage, outre la perte importante d'alcali que l'on subirait dans ce cas, deviendraient pour le fabricant une cause de grands embarras qui serait obligé en les écoulant dans les cours d'eau d'altérer ceux-ci; la fabrication deviendrait alors une cause grave d'insalubrité.

Le laveur méthodique que nous allons décrire atteint bien le but que nous venons d'indiquer. Il extrait la totalité de la dissolution alcaline végétale, et rend la pulpe parfaitement lavée prête à recevoir l'action des agents décolorants.

Cet appareil représenté figures 123, 124, 125, 126, 127 est complètement automatique, et n'emploie qu'une quantité d'eau minime, ce qui est un point important puisque le procédé le plus généralement employé pour récupérer l'alcali consiste à évaporer les liqueurs noires, dont il faut par suite réduire le plus possible la quantité à traiter.

Le nombre des tamis que l'on voit sur les figures et qui par leur réunion constitue l'ensemble de l'appareil, est variable suivant la matière à traiter, et dépend de l'énergie plus ou moins grande avec laquelle elle retient les parties dont on veut la séparer.

Pour l'application au traitement de la paille l'appareil que nous représentons comprend 13 tamis.

La pâte produite par les appareils de cuisson arrive entre le second et le quatrième tamis du laveur. Elle est relevée par les tuyaux danaïdes du troisième tamis dans lequel elle se sépare de la majeure partie de la liqueur noire qui l'accompagnait et qui passe au travers des mailles de la toile du tamis.

Au sortir du troisième tamis, la pâte rencontre l'eau de lavage provenant du cinquième tamis; elle est entraînée par cette eau, et coule avec elle vers les tuyaux danaïdes du quatrième tamis en recevant sur son parcours l'action des spatules dans les bassins intermédiaires.

La pâte ainsi mélangée est remontée par les danaïdes du quatrième tamis, se sépare dans ce dernier de l'eau qu'elle avait reçue au sortir du troisième tamis qui tombe dans le courant formé par l'eau venant du sixième tamis.

Elle coule alors vers le cinquième tamis, se sépare dans ce dernier de l'eau qui la tient en suspension, et continue ainsi en passant alternativement aux tamis de droite et de gauche jusqu'au point où elle tombe du douzième tamis.

En cet endroit, la pâte reçoit l'eau propre et généralement chaude destinée au lavage, qui achève de la rincer complètement et qui en est séparée dans le treizième tamis.

Elle quitte enfin ce dernier, parfaitement propre, après avoir reçu dix fois l'action successive de l'eau de lavage; elle est alors en état d'être soumise aux agents décolorants.

Quant à l'eau de lavage introduite à la sortie du douzième tamis, elle suit le même chemin que la pâte, mais en sens inverse, et recueille successivement dans son parcours la pâte tombant de chacun des tamis, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, dont elle est séparée peu après et successivement aussi par chacun desdits tamis.

Le passage de l'eau de lavage se fait d'un tamis à l'autre par les caniveaux latéraux, lesquels sont garnis de sablières, retenant le sable détaché de la pâte par l'eau de lavage.

©BIU Santé

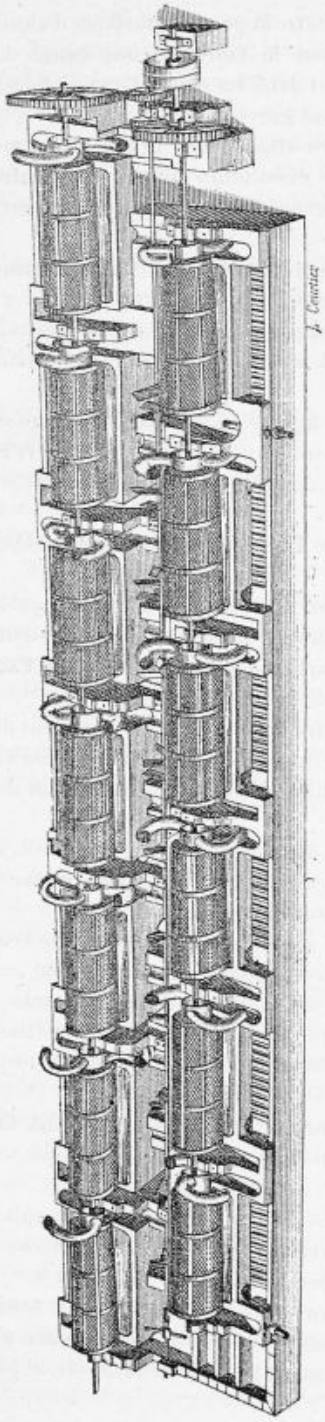


Fig. 123.

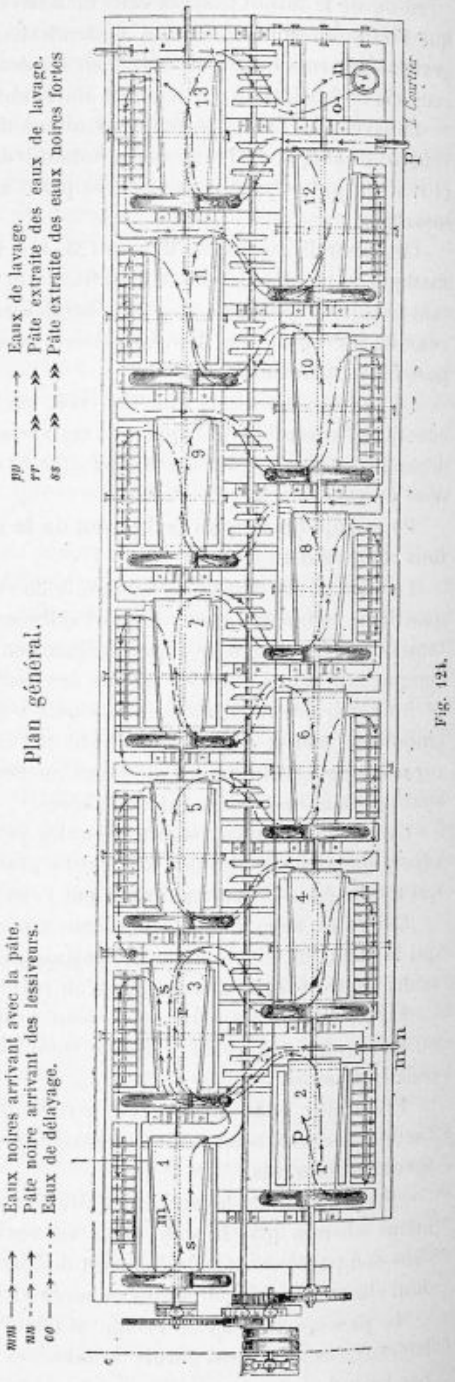


Fig. 124.

©BIU Santé

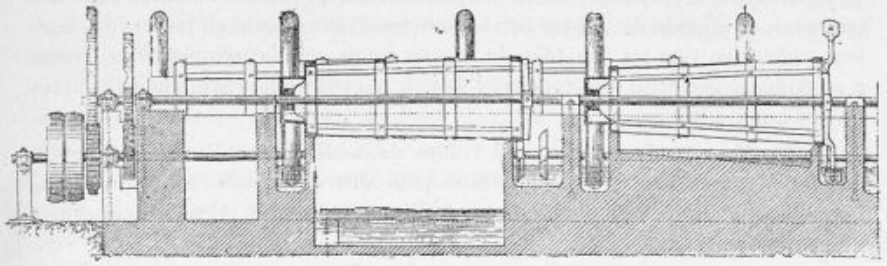


Fig. 125.

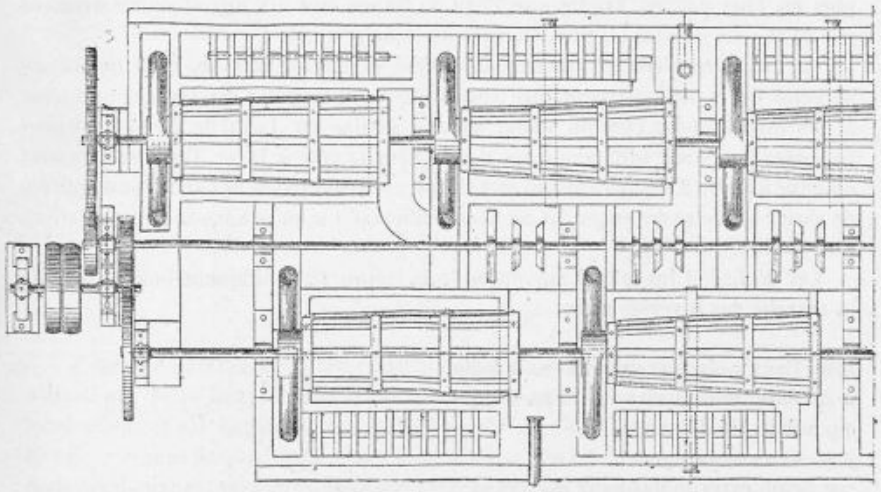


Fig. 126.

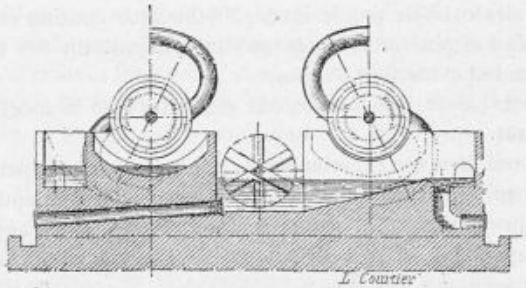


Fig. 127.

©BIU Santé

L'eau de lavage, chargée des matières solubles qu'elle a recueillies dans son parcours, et séparée de la pâte par le quatrième tamis coule au travers des caniveaux latéraux, vers les danaïdes du second tamis qui la relèvent et la livrent à ce tamis recouvert d'une toile très fine, à laquelle elle abandonne les fibres qu'elle a pu entraîner.

Le deuxième tamis remplit ainsi l'office de ramasse-pâte; il ne laisse perdre que les fibres et poussières trop ténues pour être converties en papier, et que les toiles métalliques employées pour les lavages dans les piles blanchisseuses ne peuvent retenir.

Le premier tamis remplit le même office à l'égard de l'eau noire que la pâte abandonne à son passage au troisième tamis.

Le travail de ce laveur méthodique continu, se résume donc à produire deux courants inverses, l'un d'eau de lavage, l'autre de pâte à laver, dans le parcours desquels la pâte reçoit successivement dix fois l'action de l'eau de lavage de plus en plus propre, tandis que l'eau de lavage agit dix fois et successivement sur de la pâte de plus en plus chargée de liqueur noire.

Ce qui caractérise ce laveur et assure sa bonne marche, c'est qu'aucune parcelle de la pâte ne peut être soustraite à un seul des dix lavages que nous avons mentionnés, comme aussi, aucune goutte de l'eau de lavage ne peut traverser l'appareil sans avoir agi dix fois sur la pâte à laver. Ces résultats sont obtenus à l'aide d'un mécanisme fort simple, sans soupapes ni parties susceptibles de s'user ou de se déranger, et ne nécessitant qu'une puissance motrice relativement faible.

Les flèches et les lettres suivantes de la figure 124 indiquent bien le sens de la marche des diverses eaux.

m m Eaux noires arrivant avec la pâte.
n n Pâte noire arrivant des lessiveurs.
o o Eaux de délayage.
p p Eaux de lavage.
r r Pâte extraite des eaux de lavage.
s s Pâte extraite des eaux noires fortes.

La pâte sortant du laveur retient à peine un demi pour cent de la quantité d'alcali employée au lessivage.

La liqueur noire extraite par le laveur méthodique continu est envoyée aux appareils destinés à régénérer la soude qu'elle contient. Un des bons systèmes employés dans ce but est le four Porion.

Des expériences assez concluantes ont été faites sur le fonctionnement du laveur Lespermont.

On s'est proposé dans ces expériences de déterminer d'une part qu'elle était la concentration progressive de l'alcali dans l'eau de lavage depuis sa sortie du treizième tamis jusqu'à sa sortie du quatrième, et d'autre part l'appauvrissement progressif correspondant de l'alcali dans la pâte, depuis sa sortie du troisième tamis jusqu'à sa sortie du treizième.

Dans ces essais, on a pris à chaque tamis la liqueur telle qu'elle tombait du

©BIU Santé

tamis, et la pâte telle qu'elle arrivait à l'extrémité de sortie de chacun des tamis, c'est-à-dire non égouttée et renfermant une quantité d'eau variant entre 10 et 12 fois le poids de la pâte sèche.

L'échantillon d'eau de lavage pris à chaque tamis a été évaporé jusqu'à siccité, puis calciné et repris par l'eau distillée. C'est dans cette liqueur filtrée qu'a été dosée la quantité d'alcali.

Les échantillons de pâtes prélevés à chacun des tamis ont été desséchés, puis pesés et incinérés. La différence entre les poids après dessiccation et après incinération a donné celui de la cellulose ou de pâte sèche et pure, correspondant à l'alcali dosé ensuite dans la cendre provenant de l'incinération.

Les résultats de ces expériences sont consignés dans le tableau suivant :

NUMÉRO du tamis où l'échantillon a été prélevé	POIDS du carbonate de soude contenu dans 1 litre de la liqueur.	POIDS du carbonate de soude contenu dans 1 kil. de pâte sèche et pure.
—	—	—
	grammes.	grammes.
3	40,10	390,00
4	29,00	298,00
5	19,40	200,00
6	14,80	140,00
7	8,00	105,00
8	6,30	85,00
9	3,80	60,00
10	2,20	32,00
11	0,94	18,10
12	0,64	8,20
13	0,05	2,60

e dernier nombre de la troisième colonne de ce tableau donnant la quantité d'alcali qui reste dans la pâte après lavage, par suite la quantité perdue dans la fabrication, il est facile de se rendre compte de cette perte si l'on admet que 50 kilogrammes de pâte sèche sont produits par 100 kilogrammes de paille. Cette dernière demande, pour être transformée en pâte, une quantité de soude caustique égale à celle renfermée dans 25 à 28 kilogrammes de carbonate de soude. Il résulte de ces nombres que la perte en alcali par l'emploi du laveur Lespermont est réduite à un demi pour cent de la soude introduite dans la fabrication pour la cuisson de la paille.

Quant au blanchiment de la pâte de paille, il se fait dans de grandes piles blanchisseuses renfermant 500 kilogrammes de pâte. Dans la pile se meuvent une roue à ailettes marchant lentement, et un tambour laveur, qui épaissit la matière. On ajoute ensuite la dissolution de chlorure de chaux et l'on met en marche. Quand le mélange est complet, on laisse le chlore agir pendant deux fois vingt-quatre heures.

Une fois le blanchiment terminé, la pâte est envoyée aux caisses d'égouttage si elle doit être employée dans la fabrique même, ou au presse-pâte lorsqu'elle doit être expédiée.

On dépense environ 25 kilogrammes de chlorure de chaux pour blanchir 100 kilogrammes de pâte sèche.

©BIU Santé

La revivification de la soude se fait, avons-nous dit, très souvent au moyen du four Porion, qui comprend deux parties distinctes correspondantes aux deux opérations évaporatoires qui sont :

Évaporation des eaux noires jusqu'à consistance sirupeuse.

Concentration définitive de ce sirop jusqu'à la prise en masse.

On a donc d'abord une série de fours à réverbère commençant l'évaporation jusqu'à consistance sirupeuse, puis à la suite de longues galeries terminant l'évaporation. Cette dernière partie de l'appareil est chauffée par des chaleurs perdues ainsi que par la combustion des matières organiques renfermées dans la masse.

Des arbres moteurs pourvus de roues à palettes sont placés transversalement dans l'intérieur des fours et par leur mouvement rapide projettent constamment le liquide en travers de la flamme. Il s'ensuit que le liquide se présentant sans cesse à l'action de la chaleur sous la forme d'une pluie fine, les surfaces de contact, c'est-à-dire les surfaces chauffées, sont multipliées dans des proportions considérables et l'évaporation se fait rapidement et complètement.

Le salin que l'on obtient ainsi est transformé ensuite en soude caustique par le procédé suivant dû à M. Lespermont.

Quatre bassins de caustification sont placés au premier étage de l'atelier, près d'eux sont disposés deux bassins ou réservoirs de soude caustique.

Le premier bassin, M, par exemple, est rempli d'une certaine quantité de salin à caustifier auquel on ajoute de l'eau; la température est amenée à 35 degrés et la masse est mise en mouvement au moyen d'un agitateur.

Un second bassin N reçoit une certaine quantité de chaux sur lequel on envoie une dissolution de carbonate de soude. Puis le liquide du bassin M est envoyé par une pompe dans le bassin N. L'agitateur mélange complètement le lait de chaux et le carbonate de soude qui est décomposé et se transforme en soude caustique.

Le liquide éclairci est envoyé alors dans un des réservoirs de soude caustique. Le bassin N contient un dépôt renfermant du carbonate de chaux, de la chaux non attaquée et une certaine quantité de lessive caustique. Le salin du premier bassin M est alors lavé une seconde fois puis transvasé comme précédemment dans le bassin N, et ces manœuvres sont recommencées plusieurs fois jusqu'à ce que la liqueur alcaline atteigne 10 degrés Baumé.

EMPLOI DE L'ALFA ET DU SPARTE DANS LA FABRICATION DU PAPIER

Nous avons donné précédemment certaines indications relatives à la nature de cette plante et à son extraction, nous les compléterons ici par quelques détails sur la fabrication du papier qui en dérive.

Malheureusement certaines causes économiques ont empêché cette fabrication de se développer en France; il n'en est pas de même en Angleterre.

Le traitement de l'alfa est fort simple. La plante est d'abord triée avec soin, les racines sont coupées, puis on procède au lessivage dans des réservoirs fixes recevant de la vapeur à basse pression et 3.000 kilogrammes d'alfa en moyenne.

©BIU Santé

La composition moyenne de l'alfa est la suivante :

Cellulose	55
Eau	10
Substances grasses, gommeuses, résineuses	30
Matières minérales	5
	100

En pratique on peut atteindre un rendement de 50 p. 100.

On ajoute dans le réservoir lessiveur environ 300 kilogrammes de soude caustique à 60 degrés pour 3.000 kilogrammes d'alfa, puis on soumet le tout à une cuisson durant huit heures. La matière est ensuite lavée dans le réservoir même, quelquefois aussi dans de grandes piles laveuses.

Le blanchiment du défilé s'opère ensuite par le chlorure de chaux, à raison de 15 kilogrammes de chlorure pour 100 kilogrammes de pâte sèche.

Dans ces conditions le prix de revient en France de cette pâte à papier peut s'établir ainsi au Havre par exemple :

200 kilogrammes à 14 francs les 100 kilogrammes	28,00
20 kilogrammes de soude à 30 francs	6,00
15 kilogrammes de chlorure de chaux à 25 francs	3,75
150 kilogrammes de houille à 25 francs la tonne	3,75
Main-d'œuvre. Frais généraux	15,50
Prix de revient de 100 kilogrammes de pâte	57,00

En France il reste peu d'écart entre ce prix et le prix de vente pour pouvoir constituer de sérieux bénéfices.

En Angleterre, au contraire, ce prix de revient peut n'atteindre que 45 à 50 francs.

Il en est de même pour le *sparte* qui est également très employé en Angleterre où le bas prix du charbon, du chlorure de chaux et de la soude permettent le traitement économique de ce textile.

La fibre du sparte ne vaut pas celle de la paille au point de vue de la fabrication du papier, mais en revanche elle donne un produit d'une grande blancheur, sans transparence, qui, grâce au collage à la gélatine, fournit un papier aussi blanc que celui fabriqué avec les meilleurs chiffons.

La pâte de sparte a l'inconvénient, pendant la fabrication, de se boutonner souvent, on peut y remédier par l'emploi d'une affleureuse continue, placée en tête de la machine à papier.

©BIU Santé

CHAPITRE VI

FABRICATION DU PAPIER A LA CUVE OU A LA MAIN — PAPIER DU JAPON — PAPIER DE CHINE

PAPIER A LA CUVE OU A LA MAIN

Nous voici amenés à nous occuper du papier à la cuve, et nous avons dit précédemment que ce dernier étant devenu pour ainsi dire un papier spécial, nous avions dû reléguer ce que nous avons à en dire, après les détails donnés sur les papiers mécaniques beaucoup plus importants que lui au point de vue industriel.

La fabrication du papier à la cuve a naturellement précédé celle des papiers mécaniques dont nous venons de nous occuper, elle a suivi les méthodes de fabrication autrefois employées par les anciens et sur lesquelles nous rappellerons ce qu'en disait Pline l'Ancien :

« On sépare, dit cet auteur, avec une aiguille, la tige du papyrus en lames ou feuillets fort minces, et aussi larges qu'il est possible. C'est avec ces éléments que l'on compose les feuilles de papier. Les lames du centre sont préférées; viennent ensuite les autres suivant l'ordre de la division.

On étend ensuite les meilleures sur une table en leur laissant toute la longueur qu'elles peuvent avoir, et coupant seulement ce qui excède sur les extrémités d'une première feuille mince. On en étend une autre en travers et dans un autre sens. L'eau du Nil dont on les humecte sert de colle pour les joindre ensemble. Ces feuilles ainsi collées sont mises sous presse dont on les retire pour les faire sécher au soleil.

Après cela, on les joint ensemble; les meilleures feuilles sont employées d'abord, on finit par les plus mauvaises. Il n'y en a jamais plus de vingt dans la tige d'un roseau.

Ce papier avant d'être lavé était anciennement appelé *Hiératique*, c'est-à-dire *sacré* et ne servait que pour les livres de religion; mais ayant été lavé par la suite, il prit le nom d'*Auguste* et porta celui de *Livia*, sa femme, après avoir été lavé une seconde fois.

©BIU Santé

La largeur du papier, ajoute Pline, varie extrêmement; elle est de treize doigts dans le plus beau papier et de onze dans le hiératique.

La largeur du papier ordinaire des marchands ne dépasse pas six doigts. Ce que l'on estime le plus dans le papier c'est la finesse, la force, la blancheur et le poli.

L'empereur Claude a privé du premier rang le papier d'Auguste qui, beaucoup trop fin, ne soutenait pas la plume du roseau. De plus, sa transparence faisait craindre que les caractères ne nuisissent les uns aux autres, sans compter le mauvais effet d'une écriture qui s'aperçoit au travers de la feuille de papier.

Il augmenta aussi la largeur de la feuille qui n'était auparavant que d'un pied. Les feuilles les plus larges appelées *macrocolla*, avaient une coudée de largeur, mais on en reconnut bientôt l'inconvénient, lorsqu'en ôtant de la presse une seule de ces feuilles un grand nombre de pages se trouvèrent gâtées. C'est pourquoi, le papier d'Auguste continua d'être en usage pour les lettres particulières, et le papier Livien a toujours servi aux mêmes usages que dans le principe. Mais le papier Claudien fut préféré à tous les autres, parce que sans avoir les défauts du papier d'Auguste, il avait la force du papier Livien.

On donne le poli au papier, dit encore Pline, par le moyen de l'ivoire ou des coquilles; mais alors les caractères sont sujets à se détacher. Le papier poli boit moins l'encre, mais il a plus d'éclat.

Quand le papier, dans la première préparation n'a pas été trempé avec précaution, il se refuse aux traits de celui qui écrit; ce défaut se fait sentir sous le marteau et même à l'odeur du papier. Lorsqu'il y a des taches, on les découvre à la simple vue, mais quand on a rapporté des morceaux pour boucher des trous ou des déchirures, ces opérations font boire le papier, et l'on ne s'en aperçoit qu'au moment de s'en servir.

La colle ordinaire se prépare avec de la fleur de farine trempée dans de l'eau bouillante, sur laquelle on a jeté quelques gouttes de vinaigre. La colle des menuisiers et la gomme ne s'emploient pas, parce qu'elles sont cassantes.

La meilleure colle est celle qui se fait avec de la mie de pain détrempée dans l'eau bouillante et passée par l'étamine. Le papier devient par ce moyen le plus uni possible, et même plus lisse que la toile de lin. Cette colle doit être employée un jour après avoir été faite, ni plus tôt ni plus tard. Ensuite on bat le papier avec le marteau; on y passe une seconde fois de la colle, on le remet en presse pour le rendre plus lisse et plus uni, et on l'étend à coups de marteaux. »

Nous avons voulu citer ces quelques passages de Pline pour montrer qu'en résumé les principes fondamentaux de la fabrication du papier étaient déjà connus de son temps.

Dans la fabrication du papier à la cuve, la pâte convenablement délayée remplit une grande cuve en bois. Un ouvrier nommé *ouvreur* ou *puiseur* tient en main un cadre de bois carré, soigneusement assemblé aux angles, maintenu par de petites traverses de bois appelées *pontuseaux*, et garni d'une toile métallique.

Cette toile est d'un tissu très fin quand on veut obtenir du papier *vélin*. Le puiseur plonge ce châssis nommé *vergeure* ou *forme* dans la cuve. En le retirant, il lui imprime avec adresse un mouvement d'oscillation dans deux sens

©BIU Santé

parpendiculaires, de manière à étaler uniformément la pâte sur toute la surface de la vergeure et à faire écouler l'eau.

Pour le papier *vergé*, la toile métallique n'est pas d'un tissu *croisé*. Elle se compose simplement de fils de cuivre juxtaposés, dont chacun produit dans la feuille de papier une marque claire. Les divers filigranes, dessins ou légendes que l'on veut imprimer en clair dans la feuille, sont produits également par des fils de laiton qui tracent les contours désirés. Nous reviendrons sur ce point spécial un peu plus loin.

La toile métallique à vergeure est généralement fabriquée par l'ouvrier lui-même, ainsi que le décrit Lenormand :

L'ouvrier formaire prend le bois de la forme et perce sur la surface supérieure d'un des grand côtés, au-dessus du tenon de chaque pontuseau, autant de trous qu'il y a de *pontuseaux*. Puis il place dans chaque trou une cheville dans laquelle il engage deux fils de laiton très fins appelés manicordions, enroulés chacun sur une petite bobine séparée. Après avoir dressé les fils de laiton qu'il destine à composer la toile, il s'occupe de sa formation.

Pour cela, l'ouvrier dresse les fils, qu'on nomme vergeures, à l'aide d'un instrument appelé dressoir et dont le plus simple est une table métallique, sur la surface de laquelle sont implantées en quinconce deux rangées de chevilles en fer bien poli, présentant une série de cylindres dont les surfaces sont toutes de chaque côté sur une ligne droite, ce qui représente deux lignes parallèles à côté l'une de l'autre, ayant entre elles une distance égale à la grosseur du fil.

L'ouvrier coupe d'abord ses fils de la longueur convenable et tous égaux, c'est-à-dire de la longueur extérieure d'un petit côté à l'autre. Puis, il place le bois de forme devant lui dans une situation inclinée. Il présente un des fils de la vergeure dans l'espace qui règne entre les deux fils du manicordion qu'il a séparés, et l'étend d'un bout à l'autre du châssis. Il arrête alors ce fil de vergeure à l'aide des deux fils du manicordion, en l'enveloppant par l'un et le passant du dedans au dehors, et par l'autre du dehors au dedans.

Il continue de la même manière pour arrêter chaque fil de vergeure qu'il place l'un devant l'autre, et fabrique par ce moyen une véritable toile de la même manière que le tisserand.

Lorsque l'ouvrier a rempli tout le dessus de la forme, il lie la toile avec les pontuseaux à l'aide de fils très déliés, qu'il passe dans des trous qu'il a pratiqués vers le tranchant des pontuseaux, et avec lesquels il enveloppe les vergeures. Il fixe ensuite par les bords la toile sur le bois de forme par de petites bandes de laiton très minces, qu'il cloue sur le cadre du châssis par des épingles en laiton.

Ces lames servent non seulement à fixer les bouts des vergeures ou du manicordion qui sont libres, mais même à empêcher les chevilles qui retiennent le manicordion à son origine, et à donner de la solidité aux assemblages des coins de châssis.

Quand il s'agit de formes à vélin, l'ouvrier ne fabrique pas la toile lui-même, elle est fournie par le commerce.

L'épaisseur du papier est déterminée par celle de la *couverte*, cadre mobile s'appliquant à la forme.

©BIU Santé

L'ouvreur enlève la couverte et passe la forme à un second ouvrier nommé *coucheur*, qui la renverse sur un feutre où la feuille reste attachée.

Une seconde feuille faite de même, et soutenue par un second feutre, est placée sur la première, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on ait formé une pile d'une hauteur variable, suivant le format, qui est portée ensuite sous la presse, et pressée de manière à ce que les feuilles prennent une certaine consistance et puissent être détachées des feutres par un troisième ouvrier nommé *leveur*. Celui-ci les superpose par pincées ou *pages*, en ayant soin d'éviter les plis. Ces *pages* attendent sur des cordes l'opération du collage.

D'après Desmarets, les feutres ou flôtres ont deux surfaces différemment garnies de poils. Celle dont le poil est le plus long s'applique sur les feuilles qui sont couchées, et c'est sur la surface dont les poils sont courts que se couchent les nouvelles feuilles.

Si l'on changeait la disposition des feutres et qu'on couchât les feuilles de papier sur le côté qui est garni de longs poils, non seulement elles ne s'appliqueraient pas exactement sur le feutre, mais encore les poils longs et raides en perceraient la feuille ou produiraient des *bouteilles* qui en altéreraient le tissu.

Au contraire, les feuilles en s'appliquant exactement sur le côté à poils courts qui boit l'eau surabondante, y acquiert une nouvelle consistance.

C'est aussi de dessus cette surface à poils courts que le leveur détache les feuilles de papier, après que la *porse* (1) a passé sous la presse, et après qu'il a enlevé le flôtre qui les couvrait par le côté à longs poils, en sorte que la différence qui règne dans les garnitures des surfaces des flôtres contribue à faciliter les opérations du leveur comme celles du coucheur.

Le papetier doit apporter une grande attention dans le choix de l'étoffe des flôtres. Elle doit être assez ferme pour s'étendre bien exactement sur les feuilles sans former de plis et sans avoir besoin d'être déplacée. En outre, elle doit être assez souple pour se prêter à l'effort du coucheur qui applique la forme successivement d'un bord du feutre à l'autre sur tous les points intermédiaires.

Comme les feutres doivent résister aux efforts réitérés du coucheur et de la presse, la chaîne de ces étoffes doit être très forte et faite par conséquent en laine *peignée* et bien tordue.

D'un autre côté, comme ces étoffes doivent être propres, boire une certaine quantité d'eau assez promptement, et la rendre de même, il faut que leur trame soit en laine *cardée* filée, à corde lâche, et tissée à peu près comme celle des draps légers. Il en résulte que la trame peut garnir abondamment l'étoffe et couvrir la chaîne de manière que son tissu ne s'imprime pas sur les feuilles de papier, ce qui en altérerait le grain par l'empreinte irrégulière d'une chaîne et d'une trame à découvert.

Une étoffe qui serait trop feutrée, comme les draps ordinaires même les plus fins, ne boirait pas l'eau assez abondamment pour que les feuilles de papier y adhérassent et prissent une certaine consistance.

(1) On nomme *porse* un nombre variable de morceaux de feutre en laine, dont les dimensions dépassent un peu celles du papier en fabrication.

©BIU Santé

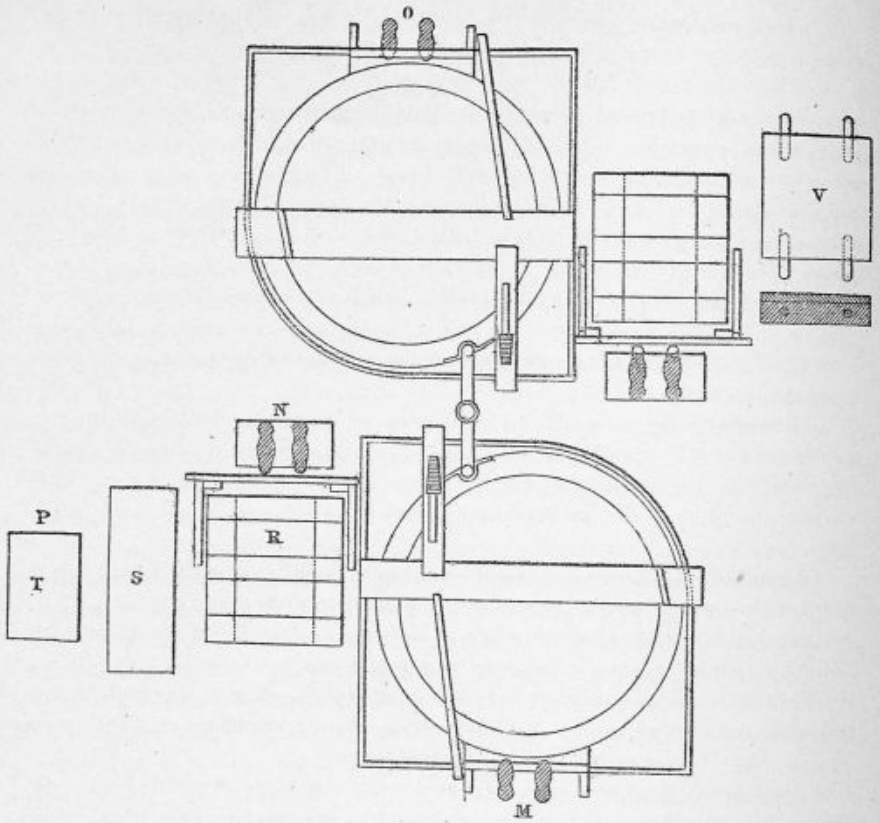


Fig. 128.

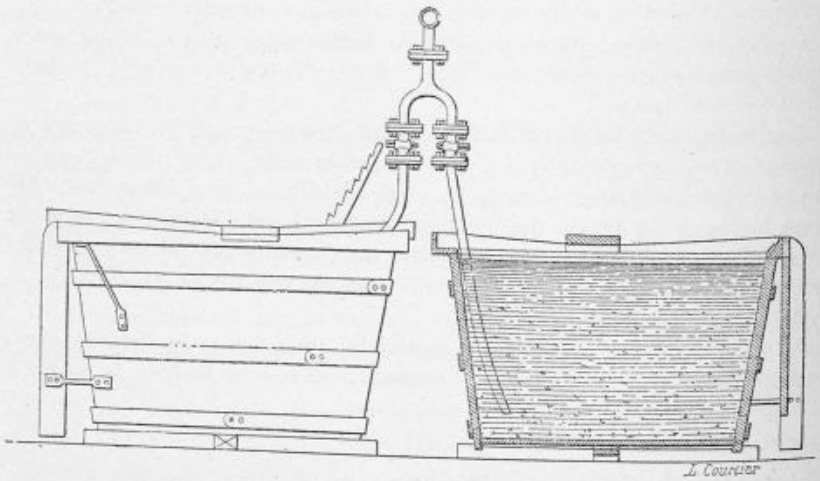


Fig. 129.

©BIU Santé

Il est essentiel que la chaîne des étoffes destinées à faire des flôtres soit forte et résistante, afin qu'ils soient d'un bon service et qu'ils durent un certain temps.

L'opération du collage se pratique en trempant quelques feuilles à la fois dans une dissolution chaude de gélatine à un degré de concentration convenable,

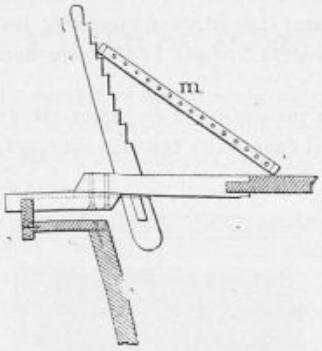


Fig. 130.

d'environ 40 grammes par litre. Il est important de se débarrasser autant que possible de la chondrine qui produirait des taches.

Ce collage diffère de celui des papiers à la mécanique, où la colle a été jointe

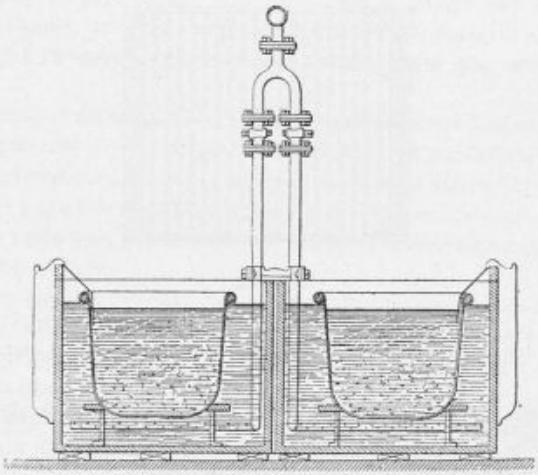


Fig. 131.

à la pâte, en ce qu'il n'est que superficiel, comme on peut s'en assurer en grattant la surface d'un papier à la forme.

Ce papier ainsi collé est mis de nouveau sous la presse pour en extraire l'excédent de colle, puis étendu feuille à feuille.

Pour lui donner ensuite l'apprêt désirable, le papier à la forme ne devant en

©BIU Santé

général pas être glacé, est soumis plusieurs fois à une forte pression sous la presse hydraulique. On change chaque fois l'ordre des feuilles, et l'apprêt est ainsi produit par le frottement successif des surfaces les unes contre les autres.

Le papier est alors mis en rames, après une revision sévère destinée à faire rejeter toutes les feuilles sales ou imparfaites.

Le papier à la forme ou à la cuve est encore très employé dans certains cas spéciaux, par exemple pour les titres financiers, les billets de banque, les éditions de luxe, et en général lorsque l'on désire dans le papier une marque spéciale.

Le principal avantage présenté par ce papier est qu'ayant été fait feuille à feuille, il a subi un retrait égal dans tous les sens, et n'a pas subi la traction

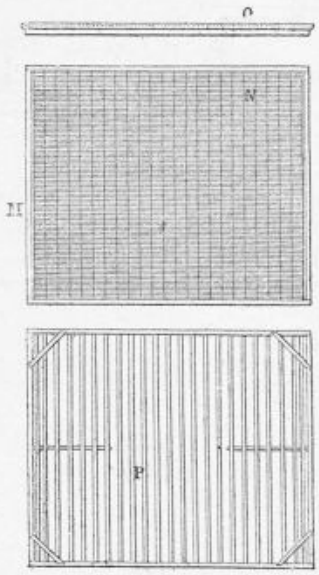


Fig. 132.

considérable à laquelle est soumis dans toute sa longueur le papier fabriqué à la machine.

Nous donnons figures 128, 129, 130 et 131 la disposition de deux cuves avec leurs accessoires.

La figure 128 représente un plan général des cuves.

La figure 129 montre comment sont disposées deux cuves chauffées à la vapeur.

Dans ces figures M est l'endroit où se tient l'ouvreur, N la place du coucheur, O celle du leveur, P celle de l'aide leveur. — P est le couchoir, S le chevalet des feutres, T l'escabeau où l'on place la porse lorsqu'elle a été pressée, V est un instrument qui sert à transporter sous la presse la porse humide.

La figure 130 représente l'accotoir dans son ensemble.

©BIU Santé

La figure 131 montre des cuves destinées à la fabrication du papier de banque. Elles sont chauffées au bain-marie pour pouvoir produire un papier absolument propre.

La figure 132 montre l'ensemble d'une forme : M est un cadre principal, N la toile métallique, O la couverte, P les pontuseaux.

PAPIER DU JAPON

On ne sait pas à quelle époque remonte au Japon la première manifestation de l'industrie papetière. La plus ancienne mention qui en ait été faite date de l'année 550 de notre ère. Mais il est probable qu'il existait au Japon, avant cette époque, des livres en papier.

Il existe aujourd'hui dans cet empire plusieurs centaines de variétés différentes de papier qui se distinguent nominativement, non seulement par leur lieu d'origine, mais aussi par leur couleur, leur emploi, etc.

Au Japon, dit Munroe, le papier est employé à une foule d'usages. La force et la souplesse toutes spéciales du papier japonais lui permettent de recevoir des applications très variées.

C'est ainsi, par exemple, que certaines qualités servent à faire des mouchoirs de poche dont le maniement est doux et agréable, et dont la souplesse est presque égale à celle de la toile. De petites bandes tordues de ce même papier constituent une corde très solide et dont la résistance à la rupture est considérable.

Dans les maisons japonaises, non seulement le papier sert à recouvrir les murs et les plafonds, mais on l'emploie encore sur les portes à coulisses légères qui séparent les chambres les unes des autres, ainsi que sur les paravents pliants.

Les fenêtres sont formées de légers châssis en bois sur lesquels sont tendues de simples feuilles de papier, disposition qui, tout en garantissant de l'éclat du soleil et des bourrasques du vent, laisse cependant pénétrer l'air et la lumière.

Ce genre de papier dénommé, en japonais, shoji, ne garantit cependant pas de la pluie, en sorte que, par le mauvais temps, il faut avoir recours à des volets supplémentaires en bois.

Outre les livres, les cahiers, etc., on en fait encore des caisses, des boîtes, des tentures. Étant verni, il devient l'égal du cuir ; huilé et saturé par une décoction astringente du *shibu*, il devient si impénétrable à l'eau qu'on s'en sert pour confectionner des vêtements.

Une pâte à papier légère, semblable au papier mâché européen, sert à la confection d'une foule d'objets très légers, mais aussi très solides. La possibilité d'employer les papiers japonais à des usages si variés provient de ce que les procédés employés pour leur fabrication ne détruisent en rien la solidité naturelle de la fibre.

Pour faire les tentures, on enduit le papier d'un mélange de colle et d'écailles de moules pulvérisées, et on l'imprime ensuite de différents dessins, fleurs, paysages, oiseaux, etc. D'autres fois, on se contentera de le saupoudrer avec du mica pulvérisé. S'il s'agit d'imiter le cuir, on commence par froisser le papier pour l'étendre ensuite, au moyen de brosses très dures, sur des planches portant

©BIU Santé

en creux ou en relief les dessins à imiter. On sature ensuite le papier d'huile, de vernis et de décoction astringente de *shibu*, et l'on teint ensuite. Quelquefois, ce papier qui n'a pas seulement l'aspect du cuir, mais en a aussi la solidité, est argenté ou doré.

Les papiers du Japon sont beaux, soyeux, délicats, en même temps très tenaces et très solides.

Les matières premières employées dans la fabrication du papier japonais sont les suivantes :

1° L'écorce du *Broussonetia papyrifera*, en japonais kamino-ki ou mûrier à papier, qui croît dans toute l'étendue de l'empire.

La culture de cette plante est fort simple. De vieilles racines coupées par longueurs d'environ 10 centimètres sont piquées en terre de façon à dépasser le sol de 2 centimètres. Ces racines donnent des pousses de 30 centimètres la première année et de 60 à 90 centimètres la seconde année. La plante acquiert ainsi au bout de la troisième année une hauteur qui peut dépasser 4 mètres.

Le dixième mois de chaque année, on coupe les branches au ras de la racine. Chaque pousse donne ensuite cinq rameaux, de sorte qu'au bout de cinq ans il s'est formé un gros arbuste dont les branches servent alors à fabriquer le papier.

2° On emploie aussi l'écorce du *Daphne papyrifera*, ou *Edgeworthia papyrifera*, en japonais *Mitsumata*, qui sert presque exclusivement à la fabrication du papier-monnaie.

3° Enfin les Japonais utilisent aussi l'écorce du *Passerina gampi* ou *takaso*, qui produit un papier très fin.

La fabrication du papier au Japon prouve bien qu'il est possible de faire de l'excellent papier sans employer de chiffons, car les papiers japonais n'en renferment pas trace.

Tel qu'il se vend ordinairement, ce papier n'est pas collé, l'épaisseur de l'encre de Chine dont on se sert pour écrire rendant ce collage inutile. Une seule qualité cependant fait exception, c'est un papier extrêmement mince et transparent dont on fait des cahiers et qu'on appelle *Ro-bi-ki*. La colle que l'on emploie dans la fabrication de cette qualité est préparée avec l'écorce d'une sorte d'Hortensia.

Le papier japonais n'est jamais soumis au blanchiment, c'est de là que lui vient la teinte légèrement jaune ou grise qu'il affecte ordinairement. Sa texture très fibreuse est plutôt lâche que serrée. Généralement les fibres sont placées dans une direction parallèle au côté le plus court du rectangle de la feuille. Aussi dans ce sens le papier se laisse-t-il plus facilement déchirer que dans l'autre. Cependant, pour le papier d'emballage et pour celui que l'on emploie dans la confection des vêtements imperméables, il y a entre-croisement des fibres, de telle façon que le déchirement est difficile dans tous les sens.

Nous avons dit en peu de mots comment se pratiquait la culture du mûrier. Au moment voulu pour la récolte, alors que l'écorce est arrivée à maturité, et pendant qu'il reste encore quelque peu de sève dans le bois, les cannes qui représentent la culture de la saison sont coupées au ras du sol et vendues aux fabricants de papier.

Quant aux souches, elles restent en terre pour fournir à partir de l'année suivante de nouvelles pousses.

©BIU Santé

Les cannes qui représentent le produit de la récolte et qui ont une longueur d'environ 2 mètres, sont coupées en morceaux de 60 centimètres de long, puis empilées avec soin. Dans cette position, la sève ne tarde pas à fermenter, et l'écorce se détache facilement du bois.

L'écorce une fois détachée, on en fait de petits paquets qu'on laisse sécher à l'air, en les suspendant à des perches; à moins qu'il ne fasse grand vent, ce séchage dure ordinairement plusieurs jours.

Lorsque l'écorce doit être utilisée immédiatement pour la fabrication, on la racle, au préalable, avec des couteaux. On en détache ainsi l'épiderme mince qui la recouvre, puis on la lave et la fait sécher. Les raclures qui proviennent de cette opération servent à faire une sorte de papier commun, le *chiro-gami*, de couleur brune, qu'on emploie pour l'emballage, et dont les pauvres se servent pour faire des mouchoirs de poche.

Au contraire, lorsque l'écorce n'est pas destinée à une fabrication immédiate, on la fait simplement sécher, après quoi on l'emmagasine. Ce n'est que plus tard, quand elle doit servir, qu'on la racle, mais alors il est nécessaire auparavant de la laisser tremper dans l'eau.

L'écorce raclée et séchée, est soumise à l'ébullition dans une lessive concentrée, où elle reste jusqu'au ramollissement, c'est-à-dire pendant deux heures environ. On opère généralement sur 15 kilogrammes d'écorce à la fois.

La matière ainsi ramollie est placée dans des sacs ou des paniers, et soumise pendant vingt-quatre heures au moins à l'action d'un courant d'eau qui a pour but de bien la laver jusqu'à ce que toute trace d'alcali ait disparu. La lessive dont on se sert pour ce traitement est préparée avec des cendres de bois.

Pour convertir en pâte l'écorce ainsi ramollie, on en prend environ 1 kilogramme, que l'on dispose sur une table solide en chêne, où on la soumet au battage pendant un quart d'heure. Cette opération, faite par deux personnes armées de lourdes et courtes baguettes, consiste à frapper vigoureusement la matière, tout en la retournant fréquemment pour que les fibres soient broyées dans tous les sens.

Une fois la pâte obtenue, on la prépare pour la fabrication du papier en la mélangeant avec une certaine quantité, soit de *tororo*, soit de pâte de riz. Le *tororo* provient des racines d'une espèce de mauve, racines que l'on racle et que l'on réduit par l'ébullition en une pâte d'une consistance moyenne. En été c'est la pâte de riz que l'on emploie pour le mélange; mais en hiver, le produit que l'on prépare avec le tororo et que l'on désigne sous le nom de *kiduski*, est plus apprécié, parce qu'il est moins facilement attaquable par les vers.

Le mélange des deux pâtes finalement préparé, soit avec le tororo, soit avec la pâte de riz, est alors délayé dans un grand mélange d'eau, après quoi la fabrication du papier commence.

Les appareils employés sont, d'abord, une large cuve rectangulaire qui sert à contenir la pâte liquide et l'agitateur avec lequel on remue de temps en temps celle-ci et qui n'est autre qu'un simple bâton. Mais la pièce principale est la natte que les Japonais appellent *so* et sur laquelle on étend la pâte puisée au réservoir. Cette natte correspond à notre toile métallique. Elle est formée d'un certain nombre de longues et minces baguettes de bambou, ayant ordinairement un

©BIU Santé

diamètre de 1 millimètre assemblées parallèlement au moyen de dix cordons de soie qui forment autant de lignes transversales également espacées. Cette natte est donc entièrement flexible dans un sens et peut même être roulée sans danger.

La préparation de ces minces baguettes et leur assemblage, c'est-à-dire la fabrication des nattes est une opération très délicate. C'est une certaine partie de la noblesse, qui de temps immémorial a monopolisé cette fabrication.

Les dimensions de ces nattes sont variées ; elles correspondent aux dimensions mêmes du papier que l'on veut fabriquer, et se placent sur des châssis munis de rebords destinés à maintenir la pâte à papier.

Toutes choses étant prêtes, l'opérateur, s'asseoit en face de la cuve et remue vigoureusement la pâte liquide pendant quelques secondes. Plaçant ensuite une natte sur son châssis, et saisissant celui-ci par les extrémités, il le plonge dans la cuve, puis il le retire en ramenant avec la natte une certaine quantité de pâte dont l'épaisseur est déterminée par la hauteur du rebord du châssis, et dont l'eau s'écoule rapidement au travers des interstices de la natte, en laissant sur celle-ci une mince pellicule. Pendant cet écoulement, on tape de petits coups contre le châssis dans les deux sens, afin de favoriser une répartition égale de la pâte.

A moins qu'il ne s'agisse de produire un papier très mince, dit *Usui Gami*, la natte doit être plongée de nouveau dans la cuve. On l'y plonge jusqu'à quatre et cinq fois, quand on veut obtenir un papier épais. Entre chaque immersion, il faut laisser égoutter pendant quelques secondes, et à cet effet on pose chaque fois la natte et son châssis sur deux bâtons placés en travers de la cuve.

Quand la feuille de papier, suffisamment égouttée, a atteint l'épaisseur voulue, on enlève la natte du châssis, et on la presse à côté de la cuve pour laisser égoutter encore: en même temps on met une autre natte sur le châssis et on recommence l'opération pour une seconde feuille. Pendant qu'on laisse égoutter celle-ci pour la première fois, on reprend la première natte et la feuille qui y adhère, puis la retournant sens dessus dessous, on la pose sur la pile de feuilles encore humides, précédemment faites, en ayant soin d'interposer près des bords un simple brin de paille destiné à faciliter une séparation ultérieure.

Natte et feuille restent en cet état sur la pile, tandis que la seconde feuille en préparation reçoit une nouvelle immersion dans la cuve; mais aussitôt que cette immersion est faite, et pendant que la natte retirée du châssis est dressée comme la précédente pour égoutter encore, on revient alors vers la pile de feuilles humides où a été déposée sens dessus dessous la précédente natte avec sa feuille, puis on enlève cette natte en la roulant lentement de manière à éviter de déchirer la feuille adhérente et qui reste déposée sur les autres. Une fois la natte libre, on la déroule, et on la place immédiatement sur le châssis pour continuer la fabrication.

Pour faire du papier d'épaisseur moyenne, on comprend que deux nattes alternantes suffisent à l'opération, mais lorsqu'il s'agit de papier plus épais, il faut un plus grand nombre de nattes si l'on ne veut pas travailler dans des conditions défavorables.

Lorsque le nombre de feuilles humides réunies en piles atteint cinq ou six

©BIU Santé

cents, ce qui représente une journée de travail, on met cette pile de côté, puis on la charge avec de lourdes pierres et on la laisse ainsi sécher pendant plusieurs jours, jusqu'à ce que les feuilles soient assez fermes pour être séparées.

Pour le séchage définitif, on choisit un jour clair et brillant. Chaque feuille est alors enlevée de la pile au moyen des pailles interposées, et passée à la brosse douce sur une table bien plane et bien lisse. Cette dernière opération demande beaucoup de soin et de patience.

Les feuilles enlevées des planches sont parfaitement lisses; il ne leur reste plus qu'à être rognées de dimension pour être mises en paquet et livrées au commerce. Pour les rogner, on les étend sur une planche, puis au moyen d'un large couteau bien tranchant qu'on promène en dessous, on coupe les bords qui dépassent.

Les rognures et les feuilles gâtées retournent à la fabrication. On les transforme en pâte au moyen d'un lessivage et on en fait un papier dont la qualité est supérieure à celui qui provient directement de l'écorce.

Les Japonais fabriquent de nombreuses variétés de papier de fantaisie, au nombre desquelles on cite comme l'une des plus jolies, celle que l'on désigne sous le nom *devil paper*. C'est un papier à tissu très mince sur lequel des dessins rappelant la dentelle et imprimés avec de l'encre blanche opaque, font l'effet d'un filigrane très compliqué. Collé sur verre, il donne à ce dernier l'aspect du verre gravé.

Les papiers pour éventails; ceux pour écrire les poésies et même les papiers de tenture, sont souvent décorés par de belles peintures faites à la main ou imprimées. Les dessins en sont toujours artistiques. Le papier de tenture le plus en usage est complètement blanc avec un dessin imprimé au blanc de perle. Ce genre de papier est toujours en feuille de petite dimension.

Le papier imitation de cuir est fait avec une spécialité dite *Tosaseuka gami* dont on réunit plusieurs épaisseurs pour obtenir le degré de solidité voulue.

Les feuilles intérieures sont imprégnées d'une huile spéciale qui communique à l'ensemble la flexibilité indispensable. L'aspect de maroquin que l'on donne à la surface est obtenu par la pression au moyen d'une planche en bois gravée, et pour terminer, on passe une couche de vernis de laque.

La fabrication du *papier de crêpe* est aussi fort importante au Japon. On prend pour cela du papier japonais ordinaire portant quelques dessins imprimés en couleur; on l'humecte et on l'étend en pile sur une large table de bois, en ayant soin que les bords de deux feuilles consécutives ne soient pas parallèles. Puis on dispose par alternance avec ces feuilles, des morceaux de papier blanc ordinaire que l'on place entre les côtés, en regard des feuilles coloriées. On y ajoute enfin une sorte de papier épais, dit *Takanaga*.

L'ensemble de la pile est alors étroitement roulé sur un bâton bien lisse et recouvert d'une longue bande de toile humide enroulée diagonalement et fortement serrée; puis on porte le tout à la presse où on lui fait subir longitudinalement une pression énergique. La presse est munie de deux trous par lesquels on fait passer les extrémités du bâton qui n'ont pas besoin d'être pressées.

Le papier *Takanaga* est composé de plusieurs feuilles de papier épais ordinaire, réunies avec de la colle de riz et qui, au préalable, ayant été plissées bien

©BIU Santé

régulièrement, impriment sous l'action de la presse, leurs plis sur les feuilles coloriées entre lesquelles elles ont été placées.

Après cette première compression, on retire le rouleau de la presse, on déroule et on sépare les feuilles. Le papier Takanaga est lissé, et on recompose la pile comme auparavant, en ayant soin toutefois, de disposer les plis de manière à faire un angle avec ceux que la pression a déjà produits. On roule de nouveau autour du bâton, puis on repasse à la presse et ainsi de suite. La même opération se renouvelle sept fois, après quoi, on fait sécher les feuilles qui présentent l'aspect crêpé, que l'on cherchait à obtenir.

PAPIER DE CHINE

Les Chinois ont commencé par écrire sur de très minces tablettes de bambou que l'on faisait ensuite sécher au feu.

Plus tard, dit Stanislas Julien, on fit usage de pièces de soie d'une espèce particulière; enfin un inventeur célèbre en Chine, Tsaï-lun, remplaça les tablettes de bambou, lourdes et incommodes, par diverses espèces de papier. Il se servait d'écorces d'arbre, de fils de chanvre, de vieilles toiles, de filets de pêche qu'il soumettait à une longue ébullition dans l'eau. Il broyait ensuite ces matières jusqu'à ce que, désagrégées par l'action du pilon, elles fussent réduites en une bouillie épaisse qui formait la pâte à papier.

Les résultats de cette mémorable invention furent présentés à l'empereur régnant en Chine vers l'an 153 de notre ère. Depuis, l'usage du papier re répandit rapidement en Chine.

Les matières employées pour la fabrication du papier dans les diverses provinces de la Chine sont, d'après les textes chinois : le chanvre, les jeunes pousses de bambou, l'écorce de mûrier, le rotin, les algues marines, la paille de riz, les cocons de vers à soie et enfin comme au Japon l'écorce du mûrier.

Tout le papier de bambou consommé en Chine se produit dans les provinces méridionales.

D'après Stanislas Julien, quand les jeunes pousses commencent à paraître, on visite toutes les plantations, et l'on choisit de préférence les arbustes qui sont à la veille de donner des branches et des feuilles.

Vers le 5 juin, les bambous sont abattus, on en coupe les tiges que l'on jette immédiatement dans un bassin creusé dans le sol et rempli d'eau. On a soin d'empêcher que ce réservoir ne se tarisse, en l'alimentant constamment avec l'eau des ruisseaux environnants que l'on y dirige à l'aide de tuyaux de bambou. Quand les fragments de bambou ont trempé plus de cent jours, on les bat avec un maillet, et l'on enlève l'écorce verte qui couvre le bois dans toute son étendue. Au-dessous de l'écorce on trouve une matière filamenteuse qui ressemble à celle de l'*Urtica nivea*.

Ces morceaux de bambou ainsi préparés sont chauffés dans une cuve en bois, remplie d'eau additionné de chaux éteinte. Cette cuve de bois ne reçoit pas directement la chaleur du foyer. On la place dans une cuve en métal qui a 70 centi-

©BIU Santé

mètres de diamètre. Cette dernière cuve est encastrée dans un mur circulaire en maçonnerie.

On entretient ordinairement le feu pendant huit jours et huit nuits; quand ce temps est écoulé, on découvre la cuve et l'on en retire les filaments de bambou qui sont soigneusement lavés à l'eau.

Le fond et les parois intérieures du bassin sont garnis de planches de bois parfaitement ajustées, afin que la terre molle ne se mêle pas à l'eau, et ne puisse pas la salir.

Les filaments de bambou, après avoir été soumis à l'action de la chaux éteinte et de l'eau bouillante, sont plongés dans une lessive de cendres de bois et sont ensuite placés dans une chaudière et recouverts d'une couche de cendres de paille de riz d'un pouce d'épaisseur. On remplit cette chaudière d'eau, on fait bouillir le liquide, et après cette opération, les filaments ligneux sont plongés de nouveau dans une lessive de cendres de bois, et ainsi de suite pendant une dizaine de jours.

Après avoir subi cette série d'opérations, les filaments de bambou commencent à se pourrir, ils répandent alors une mauvaise odeur. On les soumet ensuite à l'action de pilons qui agissent dans de grands mortiers.

Quand la matière a été désagrégée de manière à former une bouillie consistante, on la verse dans une auge en bois dont la grandeur varie suivant la forme et la dimension du papier que l'on veut produire. On y jette une petite quantité d'eau qui s'élève un peu au-dessus de la pâte, puis on mélange enfin une certaine substance liquide, produisant probablement du chlore, et qui a pour propriété de blanchir la pâte.

Les formes destinées à lever les feuilles de papier sont faites au moyen de filaments de bambou, gros comme des fils de soie et tressés en une sorte de tissu qui se monte sur un cadre en bois formé de barres légères, assemblées en rectangles. L'ouvrier prend la forme des deux mains, il la plonge dans la pâte, et la retire après un temps variable, suivant l'épaisseur qu'il veut donner à la feuille de papier.

Les ouvriers habiles savent ainsi produire à volonté des feuilles minces ou épaisses. L'eau mélangée à la pâte de bambou adhérente au tissu de bois s'échappe par les quatre côtés du cadre et retombe dans la cuve. L'ouvrier fait alors tomber la feuille de papier sur une table où l'on superpose ainsi peu à peu, un millier de feuilles semblables. On place sur le tas ainsi formé une planche que l'on serre contre la table avec une corde passée dans des traverses de bois; le papier se trouve vigoureusement pressé, il achève de s'égoutter.

Il ne reste plus ensuite qu'à enlever les cordes, à retirer les feuilles une à une à l'aide d'une pince en cuivre et à les soumettre à la dessiccation.

Cette dessiccation s'opère dans un four formé de deux murs parallèles en briques, de manière à simuler une sorte de ruelle dans laquelle est percée à la partie supérieure une petite ouverture. On y entasse des combustibles qui sont enflammés et répandent une chaleur uniforme dans le four tout entier.

A l'aide d'une brosse on applique alors extérieurement les feuilles de papier qui se sèchent rapidement et qui sont aussitôt mises en rames.

©BIU Santé

Les Chinois emploient aussi pour fabriquer le papier l'écorce du mûrier (*Broussanetia*). D'après Julien, les écorces de cet arbre sont mélangées avec 40 0/0 d'écorce de bambou, puis on fait bouillir le tout dans un lait de chaux jusqu'à ce que la désagrégation de la matière soit bien opérée. On y ajoute quelquefois du chaume de riz.

Ce papier se nomme, en Chine, papier de soie, parce que lorsqu'il est déchiré, on voit apparaître des fibres blanches analogues à celles de cette dernière substance.

Les feuilles de papier de grandes dimensions destinées à la peinture sont collés avec de l'alun. Cette opération a pour but d'empêcher les poils de papier de se hérisser et de gêner le peintre dans son travail.

En général, le papier, en Chine, est collé de diverses façons, suivant l'usage auquel il est destiné. Quelques papiers d'écorces d'arbres ou de plantes résineuses sont souvent collés naturellement sans qu'il soit nécessaire d'y procéder à nouveau.

L'un des procédés de collage employé en Chine est le suivant : On fait tremper dans de l'eau du riz gélatineux pendant toute une journée, puis on l'écrase en ajoutant une nouvelle quantité d'eau. Le liquide sirupeux ainsi obtenu est passé sur un filtre de soie, puis additionné de farine de pois oléagineux qui renferment jusqu'à 16 0/0 d'huile.

Le mélange, brossé avec soin, est chauffé jusqu'à l'ébullition. On y ajoute alors une petite quantité de cire jaune et d'alun, et on laisse refroidir. La colle est alors prête pour l'emploi; on l'étend sur le papier à l'aide d'un pinceau et on laisse sécher à l'ombre.

Dans certains cas, on se sert de gélatine et d'alun. Pour cela on pile des gousses noires de févier de la Chine (*Mimosa fera*), on les fait tremper dans l'eau pendant vingt-quatre heures, et on les soumet à l'ébullition. Le liquide obtenu est filtré et passé sur les feuilles de papier que l'on fait sécher à l'air. Il ne reste plus qu'à y verser une couche d'alun; elles peuvent alors recevoir les matières colorantes.

Comme au Japon, le papier sert à une foule d'usages. Les papiers employés à la fabrication des cartes de visite, et des lanternes, sont préparés en y appliquant diverses couleurs avec lesquelles on mélange une solution d'alun et de gélatine.

Dans certains cas on est obligé de superposer les couches de couleurs broyées à l'eau; chaque opération est alors suivie d'un alunage. Ce travail est fort minutieux et la valeur du papier peint en est augmentée d'autant.

Les matières colorantes employées sont très diverses; nous pouvons citer: le cinabre, la céruse, le minium, les décoctions de bois, de plantes et de différentes fleurs telles que : le safran et le percefeuille mélangés, les fleurs du *Saphora Japonica* grillées, l'indigo, les fleurs de carthame, le campêche, l'écorce de gland, les fleurs de mauves, etc...

Enfin les Chinois fabriquent encore une grande variétés de papiers parmi lesquels nous citerons :

Le *papier de Corée*, fait avec des cocons de vers à soie.

Le *papier Coréen*, dont la basse est l'écorce de pin.

©BIU Santé

Le *papier de rotins*.

Le *papier d'algues marines*.

Le *papier blanc de toile de chanvre*, employé pour les actes officiels.

Le *papier jaune de chanvre*.

Le *papier de vingt pieds de long*, épais comme plusieurs double de soie.

Le papier présentant par transparence l'image d'un dieu indien.

Le papier connu sous le nom de *papier de riz*, qui n'est pas un papier et qui ne contient pas de riz. La substance qui le compose est en réalité la moelle des tiges de l'*Aralia papyrifera*, plante de la famille du lierre. Cette plante ne se trouve que dans les forêts marécageuses de l'île de Formose, et les tiges en sont expédiées en grande quantité en Chine où ont leur fait subir les manipulations convenables.

A l'aide de grands couteaux bien affûtés, on découpe la moelle, soit radialement pour les petites feuilles, soit en forme de spirale pour les grandes dimensions, en tranches très minces, que l'on égalise ensuite par une forte pression.

La moelle ainsi découpée est constituée par un tissu parenchymateux très homogène qui a la plus grande analogie avec la moelle du sureau. La surface poreuse et d'un mat brillant qu'offre cette substance, fait rechercher cette dernière, improprement appelée *papier de riz*, pour les peintures à l'aquarelle, dont la vogue en Chine est si grande. En Europe, cette matière sert dans la fabrication des fleurs artificielles.

©BIU Santé



©BIU Santé

TITRE III

CLASSIFICATION DES PAPIERS — USAGES DIVERS PAPIERS SPÉCIAUX — PAPIERS PEINTS — CARTON

CHAPITRE VII

CLASSIFICATION DES PAPIERS

Les papiers peuvent se classer de deux façons différentes, suivant leurs formats ou suivant l'usage auquel ils sont destinés.

Au point de vue du format, on connaît en France, depuis plus d'un siècle, les types suivants de papiers destinés à l'écriture ou à l'impression :

	DIMENSIONS		POIDS de la rame.
	Largeur.	Hauteur.	
	— mètre	— mètre	— kilog.
* Grand monde (cartes, dessins) .	1,174	0,846	105
* Grand aigle	1,014	0,688	65 à 70
* Grand soleil	1,000	0,690	50 à 55
Au soleil.	0,998	0,550	40 à 42
Grande fleur de lys	0,838	0,594	35
Grand colombier.	0,859	0,575	45
* Grand colombier.	0,910	0,600	45 à 50
Grand chapelet.	0,807	0,595	32
Grand jésus	0,703	0,527	25
* Grand jésus	0,720	0,560	25 à 30
Petite fleur de lys.	0,649	0,514	19
Grand lombard	0,662	0,541	17
Grand royal	0,613	0,482	16
Royal	0,595	0,433	15
Petit royal.	0,541	0,433	11
Grand raisin double	0,613	0,460	18

©BIU Santé

	DIMENSIONS		POIDS de la rame.
	Largeur.	Hauteur.	
	mètre.	mètre.	kilog.
* Grand raisin double	0,640	0,500	12 à 15
Grand raisin simple	0,613	0,460	13
Lombard	0,577	0,487	12
Lombard ou grand carré	0,554	0,446	10
Cavalier	0,527	0,438	8
* Cavalier (impressions)	0,600	0,450	11
Double cloche	0,581	0,391	9
* Double cloche	0,580	0,390	8
Grande licorne à la cloche	0,514	6,324	6
A la cloche	0,391	0,290	4
Carré ou raisin double	0,541	0,419	13
Carré simple	0,541	0,419	8 à 9
* Carré	0,560	0,450	9
Carré très mince	0,541	0,419	6
Sabre au lion	0,541	0,419	8 à 9
Coquille fine double	0,541	0,419	7
Coquille ordinaire	0,541	0,419	6
Coquille mince	0,541	0,419	4
* Coquille	0,560	0,440	5 à 10
* Coquille sans colle	0,570	0,450	
Ecu moyen	0,514	0,383	10
Ecu simple	0,514	0,383	6 à 8
Ecu très mince	0,514	0,383	5
* Ecu	0,530	0,400	8 à 10
Au coutelas	0,514	0,383	8
Grand messel	0,514	0,406	7
Second messel	0,473	0,378	6
A l'étoile	0,500	0,373	7
Grand cornet double	0,480	0,364	7
Grand cornet mince	0,480	0,364	6
A la main	0,548	0,364	6
Couronne ou griffon double	0,462	0,351	7
Couronne mince	0,462	0,351	6
Couronne très mince	0,462	0,351	3
* Couronne	0,460	0,360	4 à 6
Champy ou bâtard	0,457	0,356	5 à 6
Tellière double	0,469	0,356	7
Tellière simple	0,469	0,356	6
A la tellière	0,433	0,331	7
* Tellière	0,450	0,350	4 à 5
Cadran	0,413	0,342	6
Pantalon	0,433	0,337	5
Petit raisin	0,433	0,324	5
Armes d'Amsterdam	0,419	0,326	6
Grand cartier	0,433	0,337	6
Petit cartier	0,408	0,310	5
* Florette	0,440	0,340	4 à 5
Pot	0,390	0,310	5
* Pot	0,400	0,310	3 à 5
Pigeonne ou romaine	0,411	0,279	5
Espagnol	0,390	0,310	4
Petit à la main	0,369	0,288	4
Petit jésus	0,358	0,221	3
* Cloche de Paris	0,390	0,290	3 à 4
* Petite cloche normande	0,360	0,260	2 à 3
* Petit à la main	0,360	0,200	3 à 4

(Les formats marqué d'une * sont ceux qui sont usités aujourd'hui.)

©BIU Santé

Lorsqu'il s'agit de l'impression des livres, il n'est pas toujours facile de déterminer à première vue quel est le format que l'on a sous les yeux, l'imprimeur employant quelquefois un papier plus grand ou plus petit, et chaque format pouvant être en grand papier, en papier ordinaire ou en petit papier; on peut alors prendre un *in-folio* pour un *in-quarto*, un *in-douze* pour un *in-octavo* et réciproquement.

Dans le doute, on doit avoir recours, pour les éditions en papier vergé, aux pontuseaux et aux vergeures; pour les éditions en papier vélin, aux réclames et aux signatures.

Pour voir comment la feuille est pliée dans chaque format, combien elle contient de pages, comment sont disposés les pontuseaux des divers formats, nous allons donner ci-contre la désignation de ces divers formats en librairie :

L'*in-folio* a la feuille pliée en 2 et contient 4 pages ; ses pontuseaux sont perpendiculaires (1).

L'*in-quarto* a la feuille pliée en 4 et contient 8 pages; ses pontuseaux sont horizontaux.

L'*in-octavo* a la feuille pliée en 8, contient 16 pages; ses pontuseaux sont perpendiculaires.

L'*in-douze* a la feuille pliée en 12 et contient 24 pages; ses pontuseaux sont horizontaux.

L'*in-seize* a la feuille pliée en 16 et contient 32 pages; ses pontuseaux sont horizontaux.

L'*in-dix-huit* a la feuille pliée en 18 et contient 36 pages; ses pontuseaux sont perpendiculaires.

L'*in-vingt-quatre* a la feuille pliée en 24 et contient 48 pages; ses pontuseaux sont perpendiculaires ou horizontaux.

L'*in-trente-deux* a la feuille pliée en 32 et contient 64 pages; ses pontuseaux sont perpendiculaires.

L'*in-trente-six* a la feuille pliée en 36 et contient 72 pages; ses pontuseaux sont horizontaux.

L'*in-quarante-huit* a la feuille pliée en 48 et contient 96 pages; ses pontuseaux sont horizontaux.

L'*in-soixante-quatre* a la feuille pliée en 64 et contient 128 pages; ses pontuseaux sont horizontaux.

L'*in-soixante-douze* a la feuille pliée en 72 et contient 144 pages; ses pontuseaux sont perpendiculaires.

L'*in-quatre-vingt-seize* a la feuille pliée en 96 et contient 192 pages; ses pontuseaux sont perpendiculaires.

L'*in-cent-vingt-huit* a la feuille pliée en 128 et contient 256 pages; ses pontuseaux sont perpendiculaires.

Si maintenant nous classons les papiers au point de vue de leur destination spéciale, nous pouvons dresser le tableau suivant :

(1) Les pontuseaux sont des raies transparentes qui traversent entièrement le papier dans la distance de 12 à 15 lignes ou de 27 à 33 traits selon la grandeur de la feuille; elles coupent à angle droit, d'autres raies extrêmement rapprochées et moins sensibles que l'on nomme vergeures.

©BIU Santé

Papiers blancs.
Papiers colorés.
Papiers à deux teintes.
Papiers collés à la résine ou colle végétale.
Papiers à la gélatine ou colle animale.
Papiers avec un mélange des deux.
Papiers mi-colle.
Papiers sans colle.
Papiers vélins.
Papiers vergés.
Papiers bruts.
Papiers lissés ou satinés.
Papiers glacés.
Papiers d'écriture.
Papiers d'impression.
Papiers de gravure.
Papiers pelures pour fleurs artificielles.
Papiers pelures sans colle.
Papiers à registres.
Papiers à dessin.
Papier mâché.
Papier émerisé.
Papier de banque ou de sûreté.
Papiers filigranés par compression.
Papiers filigranés à la cuve.
Papier parchemin.
Papier à calquer.
Papier à filtrer.
Papier buvard.
Papier de soie ou serpente.
Papier photographique.
Papier nacré.
Papier lumineux.
Papier bulle.
Papier à enveloppes.
Papier tue-mouches.
Papier serviette.
Papier d'emballage.
Papiers cuir.
Papiers goudronnés.
Papiers imperméables.
Papiers gaufrés.
Papier pelure d'ognon.
Papiers pour maculatures.
Papiers peints.
Cartons.

Nous dirons quelques mots des principaux.

©BIU Santé

CHAPITRE VIII

USAGES DIVERS — PAPIERS SPÉCIAUX

PAPIER MACHÉ

Le papier dit *mâché* du commerce est d'un emploi très fréquent dans l'industrie, et grâce à la facilité avec laquelle il se travaille ou se moule, son application a trouvé place dans la fabrication de ces innombrables articles connus sous le nom d'*articles de Paris* et vendus sous les formes les plus diverses.

On trouve dans le commerce cinq espèces de papier mâché, qui sont faites :

1° Avec des feuilles de papier collées ensemble de manière à fournir une pâte que l'on façonne dans des moules.

2° Avec de la pâte à papier ordinaire foulée dans des matrices.

3° Avec les substances fibreuses brutes, mélangées avec une certaine proportion de matières terreuses auxquelles on ajoute des agents chimiques destinés à rendre la masse incombustible. Le tout est aggluti né par un ciment, pétri fortement à l'aide de la vapeur, passé plusieurs fois entre des laminoirs qui lui donnent une épaisseur uniforme, et séché enfin à une température convenable.

4° Avec un mélange de pâte à papier, de blanc d'Espagne et de colle, pressé dans des formes en plâtre et séché à l'étuve. C'est la variété connue sous le nom de *carton pierre*.

5° Avec de la pâte à papier, de la résine, de la colle, de l'huile siccative et du sucre de plomb mélangés en proportion fixes et soigneusement pétris.

Cette composition est très plastique et peut rester plusieurs mois dans cet état, si on a soin de la tenir à l'abri de l'air et de la pétrir de temps en temps. C'est le papier mâché céramique.

La première variété de ces papiers se fabrique de la façon suivante :

On prend un moule en fer d'une dimension légèrement inférieure à celle de l'objet que l'on veut fabriquer ; on le graisse avec du suif et, sur la surface graissée, on place une feuille de papier ; puis on met sur cette feuille une couche de pâte faite avec de la fleur de farine, et après l'avoir étendue également avec les

©BIU Santé

mains, on place dessus une seconde feuille et l'on frotte avec soin, de manière que le collage soit parfait sur tous les points.

Le moule est alors porté à l'étuve où il est soumis à une température d'environ 120 degrés. Quand il est entièrement sec, ce qui demande plusieurs heures, on le rapporte à l'atelier, on étend une nouvelle couche de pâte, par-dessus laquelle on place une troisième feuille de papier, puis on reporte à l'étuve et l'on continue l'opération jusqu'à ce que l'objet ait atteint l'épaisseur voulue qui exige au moins trente à quarante feuilles de papier.

On retire alors le papier du moule, et l'on en dresse la surface au rabot, après quoi on le durcit en le trempant dans l'huile de lin et dans l'essence de goudron, qui lui donnent une couleur jaune brun foncé. On l'enduit ensuite de sept ou huit couches de vernis, en ayant soin, entre chaque couche, de le faire passer au four; finalement, on polit à la pierre ponce.

L'objet est alors prêt à recevoir la décoration qui lui est destinée, soit en poudre de bronze, soit en or ou en nacre de perle, dernière phase de l'opération qui ne demande pas moins de trois ou quatre semaines, en raison des nombreux séchages qu'il faut pratiquer au four.

On remplace aussi avec économie les ornements sculptés qu'on faisait autrefois à grands frais sur le champ des cadres, les panneaux, les portes, etc..., par des pâtes moulées que l'on applique ensuite en les moulant et en les fixant avec de la colle et même des pointes fines à la place que l'on désire.

Ces pâtes se font ordinairement en papier mâché, en râpures de bois ou en blanc d'Espagne.

Les pâtes moulées en papier mâché se font avec du papier réduit en pâte, ou de la pâte à papier. Cette pâte, privée de son excès d'eau par la pression, est étendue dans un moule en bois dur ou mieux en plâtre broyé avec du lin et comprimé, d'abord à la main, puis avec un linge. On laisse ainsi sécher lentement à l'air, et l'on couvre avec une ou plusieurs couches de blanc d'Espagne délayé avec de la colle. Ces objets peuvent être dorés ou peints.

FABRICATION DU PAPIER ÉMERISÉ

On comprend sous la dénomination de papiers et toiles à polir, les toiles et papiers sablés, verrés et émerisés.

Pour polir ou aplanir les inégalités d'une surface quelconque, il faut que la substance polisseuse soit plus dure que la substance constituante du corps à polir.

Autrefois, l'ouvrier polisseur faisait usage d'un morceau de bois tendre qu'il mouillait et qu'il roulait ensuite dans du sable, de l'émeri ou du verre pilé. Il obtenait ainsi une sorte de lime plus ou moins résistante, au moyen de laquelle il polissait les surfaces des objets.

Aujourd'hui, on a substitué au sablon ou verre pilé, à l'émeri pulvérisé, le papier sablé, émerisé et verré. Les deux premiers sont particulièrement employés dans les ateliers d'aciérie, de bronze et de zinc d'art, d'instruments de précision,

©BIU Santé

de bijouterie, de graveurs, d'armurerie, etc.... Le papier de verre est recherché par la menuiserie, l'ébénisterie, le cartonnage, etc.

L'émeri est une sorte de coryndon, le plus souvent mélangé d'oxyde de fer, d'une dureté presque égale à celle du diamant, dont la couleur varie du gris foncé au gris bleuâtre; cette substance est opaque et translucide sur les bords.

L'émeri se trouve en grains irréguliers dans l'archipel grec, dans les Calabres, au Sénégal et aux Indes. Celui que le commerce emploie vient plus spécialement de Jersey, de Naxos et des Indes.

L'émeri sert donc à polir les métaux, les pierres et les glaces. A cet effet, on le réduit en poudre de différents degrés de finesse, en le broyant sous des meules d'acier. On délaye ensuite la poudre qui résulte du broyage, on décante, on fait sécher, puis on tamise en divisant la substance par numéros de grosseur.

L'émeri se falsifie souvent au moyen de scories de fer concassées; cette fraude est difficile à reconnaître, puisque l'émeri naturel renferme du fer. La falsification ne peut guère se reconnaître qu'à l'aspect extérieur de la matière.

De tous les verres employés pour préparer le papier verré, le verre de bouteille est certainement le meilleur. La cassure du verre donne lieu à des arêtes vives et très tranchantes, et pour l'usure des surfaces à polir, depuis le dégrossissage jusqu'au polissage, selon les numéros, le papier verré vaut mieux que celui de grès, autrefois employé et que certains fabricants y mêlent encore pour obtenir des produits à des prix de revient plus bas. En général, on doit employer l'émeri pour les métaux et le verre pour le bois.

La pulvérisation du verre ou de l'émeri se fait de diverses manières, mais toujours mécaniquement.

Les diverses opérations qui se succèdent ensuite dans cette fabrication sont :

L'encollage du papier qui doit recevoir les poudres.

Le saupoudrage du papier enduit de colle.

L'enlevage de la poudre employée en excès.

Le coupage du papier fabriqué et son empilage.

Pour la pulvérisation, on emploie soit les meules horizontales ou verticales, soit les cylindres ou le pilon. Aux diverses machines de ce genre dont nous avons parlé précédemment, nous ajouterons le broyeur Morel, représenté figure 133.

L'organe principal de cet appareil est un bandage en acier creusé intérieurement suivant un arc de cercle, de façon à présenter en creux le même profil que les boulets sphériques qui viennent y écraser la matière à broyer.

Ces boulets, au nombre de six environ, sont logés entre les bras d'un menard calé sur l'arbre vertical placé au centre de l'appareil. Ils sont entraînés par celui-ci avec une vitesse de 180 à 200 tours par minute; la force centrifuge les appuie dans la gorge du bandage, où ils broient la matière que la force centrifuge y amène constamment.

Sur le bandage se trouve un tamis circulaire qui laisse passer la matière broyée et rejette sous les boulets tout ce qui a échappé au broyage.

©BIU Santé

Tous ces organes sont renfermés dans un bâti cylindrique en fonte et celui-ci reçoit à sa partie supérieure un bâti portant l'arbre vertical et un arbre horizontal sur lequel se trouve la poulie de commande.

La partie supérieure de l'appareil est fermé par un couvercle mobile portant une ouverture centrale garnie d'un conduit cylindrique qui amène la matière à broyer dans le menard. Sur le même couvercle se trouvent les organes de distribution : trémies et accessoires.

Le menard porte à sa partie supérieure des palettes fonctionnant comme les ailes d'un ventilateur. Lorsque l'appareil fonctionne, il y a aspiration d'air par le trou central du couvercle et projection contre le tamis circulaire.

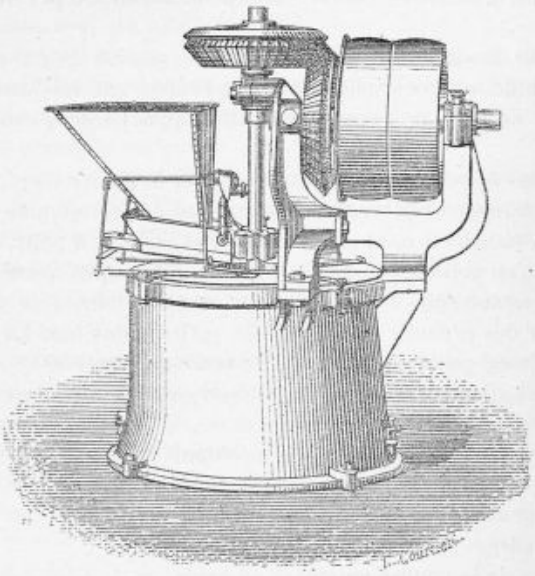


Fig. 133.

La matière broyée est entraînée dans ce mouvement au travers du tamis circulaire et vient s'échapper par des trous percés dans le fond de l'appareil.

Les produits obtenus par les divers procédés de broyage ne sont pas toujours les mêmes. Dans certains cas, les particules, si ténues qu'elles puissent être, conservent leurs arêtes tranchantes et vives; dans d'autres, au contraire, ces mêmes particules sont lamelleuses ou arrondies.

Plus la poudre est composée de grains à cassures vives et plus son action est grande, meilleur aussi se trouve être le papier fabriqué.

En effet, les parties lamelleuses tendent toujours à s'appliquer à plat, et les grains arrondis sont sans action sur le corps à polir.

La qualité d'un papier émerisé peut donc être reconnu en examinant sa surface à la loupe.

Le papier le plus avantageux pour les mécaniciens qui ont de grosses pièces

©BIU Santé

à polir, est le papier gris de goudron, à cause de sa souplesse, qui est due à sa structure fibreuse et au goudron qu'il renferme.

Ce papier est fabriqué avec les cordages et filins de navires. Résistant sans être cassant, il permet à la colle de donner une adhérence parfaite aux poudres usantes.

Mais pour le polissage des aciers, des cuivres et des instruments de précision, il est préférable de se servir du papier bleu fait avec des substances ne présentant à sa surface ni boutons ni rugosité.

Le papier employé doit être fort, résistant, bien collé. Lorsqu'on le déchire, il doit laisser voir de longs filaments. Mais s'il ne possède pas ces qualités, il est hors de service avant que la poudre érosive ne soit usée. On le remplace souvent par de la toile de coton fortement apprêtée, mais alors le produit est plus cher.

On doit apporter beaucoup d'attention dans le choix de la colle, qui doit toujours rester flexible, consistante et tenace.

Ordinairement, on emploie la meilleure colle de gélatine et l'on y ajoute un peu de sel marin, ce qui est très important.

L'inégalité de la grosseur du grain est un défaut que l'on doit prévenir avec soin, aussi bien que l'irrégularité de la couche. Cette inégalité résulte ordinairement de ce que l'on applique la colle manuellement avec un pinceau, ou de ce que la distribution de la poudre par un tamisage fait à la main n'est pas non plus uniforme.

D'ailleurs, les parties du papier qui, les premières, ont été enduites, ont le temps de se refroidir et prennent alors beaucoup d'émeri. On ne peut remédier complètement à ces défauts qu'en effectuant par des machines la régularisation de la grosseur des grains au moyen d'un tamisage, puis l'encollage et l'application de la poudre par un second tamisage.

La machine employée peut être une machine à tamiser ordinaire. Les toiles métalliques sont de six ou huit numéros. Tout l'appareil est enfermé de façon que la poussière ne puisse nuire aux ouvriers.

Dans une autre machine on exécute à la fois l'encollage, l'application de la poudre et la pression. Le papier est roulé sur un cylindre, puis appelé par un autre petit cylindre en fer qui le fait parvenir sur un doublier sans fin commandé par deux rouleaux, dont l'un reçoit le mouvement imprimé par le mécanisme d'encollage.

Ce dernier se compose principalement d'un réservoir, d'un appareil d'écoulement et d'un distributeur pour l'application de la colle.

Le réservoir est un vaisssau en cuivre ou en zinc à double paroi, formant un bain-marie dans lequel on fait bouillir constamment de l'eau pour maintenir la colle à une température suffisamment élevée, suffisamment uniforme.

Au-dessous de ce vaisseau se trouve un tuyau horizontal mis en communication par trois tuyaux verticaux avec l'intérieur du réservoir. Le tuyau horizontal est muni d'un certain nombre de robinets suffisamment proches les uns des autres, qu'une tringle ouvre et ferme en même temps et qui servent à régler ou à suspendre l'écoulement de la colle.

Cette colle descend en filets ou goutte à goutte dans le distributeur, qui

©BIU Santé

consiste en deux lames de fer transversales à la longueur du papier et susceptibles d'être élevées ou abaissées par des vis.

Ces deux lames forment un sillon ouvert à son fond, qui reçoit la colle et la dépose sur le papier.

Afin que le liquide s'écoule bien régulièrement deux bandes de gros draps sont fixées le long des lames de fer dont elles entourent la tranche inférieure et portent sur le papier.

La bande de drap postérieure est plus large, parce qu'elle doit opérer l'application et la distribution de la colle. Elle traîne derrière l'auge et un petit rouleau l'applique exactement sur le papier.

La bande, enduite de colle, passe ensuite sous le tamis, qui se compose d'un tambour tournant revêtu d'une toile métallique.

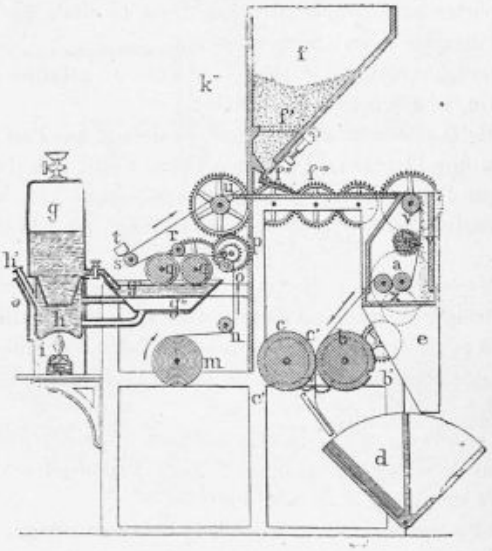


Fig. 134.

Le papier est alors soumis à une légère pression exercée par un cylindre et destinée à faire pénétrer un peu les grains dans la colle.

Après l'avoir séché, on le passe à nouveau dans cette machine, afin de l'encoller une seconde fois. Cette opération est nécessaire pour accroître l'adhérence des grains, mais elle n'exige qu'une colle très faible. On fait sécher encore le papier, on le coupe et on le soumet à l'action d'une forte presse à vis. C'est là son dernier apprêt.

On peut confier à une seule machine l'ensemble des opérations que nous avo ns précédemment énumérées; dans ce cas on peut employer la machine représentée figure 134.

Elle comprend les organes suivants :

m Bobine recevant le papier sans fin qui doit être garni de poudre.

n Rouleau destiné à diriger le papier.

©BIU Santé

o Second rouleau dirigeant.

p Rouleau presseur qui maintient la feuille.

qq' Cylindres colleurs garnis de feutre.

r Rouleau presseur appuyant le papier sur les colleurs *qq'*.

s Troisième rouleau dirigeant.

i Presseur garni de caoutchouc et recouvert d'un drap qui fait bien imprégner le papier par la colle et enlève celle qui est en excès.

u, *v*, *x* Derniers rouleaux dirigeants.

w Brosse faisant tomber la poudre en excès.

a Rouleau feutré pressé contre le rouleau *x*, pinçant la feuille de papier et l'entraînant.

b, *c* Rouleaux sur lesquels la feuille s'appuie avant d'être coupée.

c' Lames servant à couper le papier.

d Compartiment dans lequel se rend le papier coupé.

e Compartiment recevant l'excès de poudre.

f Trémie recevant la poudre destinée à émeriser.

f' Toile métallique tamisant la poudre.

g Réservoir de colle; son écoulement est régularisé par le niveau dans la cuvette *g'*.

h Bain-marie chauffant la colle.

Nous n'insisterons pas sur cette machine, dont la figure fait bien comprendre le fonctionnement.

PAPIER DE BANQUE OU DE SURETÉ

L'emploi du papier-monnaie ou papier de banque, appelé aussi papier de sûreté, a pris depuis un certain nombre d'années déjà une grande extension.

Depuis longtemps on a cherché à produire des papiers qui pussent déjouer par leur fabrication même l'habileté des faussaires, mais cette importante question, à l'étude depuis si longtemps, n'est pas encore complètement résolue.

Il y a plus de cinquante années, l'Académie des Sciences étudia longuement cette question au point de vue tout spécial de la possibilité de trouver un procédé capable de prévenir le lavage des papiers timbrés et la falsification des actes publics.

Les commissaires de l'Académie, après de laborieuses recherches, furent amenés à proposer, pour prévenir le lavage de ces papiers, les moyens suivants :

1° En imprimant, au moyen d'un cylindre gravé au tour à guillocher sur un papier continu, avec l'encre ordinaire épaissie par le plâtre, des dessins d'une extrême finesse;

2° En imprimant à l'aide d'une machine, sur papier continu ou sur papier à la forme, avec l'encre ordinaire épaissie au moyen du plâtre, des figures d'une extrême finesse obtenues par un procédé mécanique, afin que la main la plus habile n'en pût surcharger les linéaments avec une encre grasse;

©BIU Santé

3° En imprimant sur le papier à la forme, et par le procédé typographique, de petites figures composées de deux parties, l'une délébile, l'autre indélébile.

Dans le même rapport, l'Académie recommandait comme emploi d'*encres indélébiles :*

1° *Pour écrire avec des plumes d'oie ou métalliques :* encre de Chine délayée dans de l'eau rendue alcaline par la soude caustique;

2° *Pour l'impression des filigranes ou vignettes indélébiles :* encre typographique ordinaire, pâlie avec une quantité convenable de sulfate de baryte artificiel ou de sulfate de baryte naturel broyé longtemps à l'eau.

Puis, comme *encres délébiles* sans matière grasse, convenables pour imprimer au rouleau :

1° Encre usuelle convenablement épaissie par l'évaporation au bain-marie;

2° Encre usuelle convenablement épaissie avec du sulfate de chaux et longtemps broyée avec ce corps.

Ces encres délébiles ont l'avantage de résister assez bien à l'action de l'eau pour qu'on puisse humecter les papiers imprimés avec ces encres et les employer au tirage typographique sans altérer les vignettes.

Enfin, comme *encres indélébiles grasses* pour imprimer les vignettes typographiques à deux encres :

Vernis. — Huile de lin, 60 grammes; galipot, 150 grammes. On chauffe le mélange, et quand il est bien fondu on le passe dans un linge fin.

Encre au vernis n° 1. — Craie lavée et séchée : 24 grammes; boue d'encre sèche, 3 grammes; outremer, 2 grammes; vernis en quantité suffisante.

Encre au vernis n° 2. — Craie lavée et séchée, 24 grammes; boue d'encre sèche, 1gr,5; outremer, 1 gramme; vernis en quantité suffisante.

On n'a pas persévéré dans la voie des recherches pour augmenter la difficulté d'altérer les actes écrits, par exemple sur papier timbré, ce n'est guère que pour les titres de valeurs financières, surtout pour les billets de banque que l'on a cherché à déjouer l'adresse des faussaires, qui trouvent de puissants moyens d'action dans la photographie.

Mais avant de parler des diverses tentatives qui ont été faites dans ce but, disons quelques mots de la fabrication des papiers destinés aux billets de banque.

Les matières premières employées sont des chiffons neufs, des voiles de navires, des cordages ou du chanvre brut.

Le triage, soigneusement exécuté, doit enlever toutes les substances étrangères.

La matière, coupée ensuite en morceaux d'une grandeur convenable, est soumise à un lessivage prolongé, afin d'extraire le plus possible de *gluten.*

Après un défilage soigné, qui déchire sans couper et lave à fond, on soumet au chlore gazeux le défilé, et, après un nouveau lavage d'une heure et demie dans la pile, on le met dans une dissolution de chlorure de chaux. Les opérations de raffinage se pratiquent comme à l'ordinaire; on spatule souvent et on broie uniformément, afin d'éviter les nœuds.

L'atelier des cuves doit être parfaitement agencé. Les réservoirs, munis

©BIU Santé

d'agitateurs continuellement arrosés, sont doublés en cuivre. Des tuyaux de même métal conduisent la pâte, qui passe sur un aimant destiné à arrêter les parcelles de fer, puis au travers d'un épurateur à sable et à boutons. Les cuves, doublées également en cuivre, ont des agitateurs et des thermomètres afin de maintenir un même degré de chaleur.

Les formes exigent beaucoup de perfection. Les noms et dessins imprimés dans le papier sont tissés en fils d'argent.

Le puiseur a besoin d'avoir une grande expérience du métier pour donner aux feuilles une même épaisseur et une grande régularité.

Le papier, couché entre des draps, d'une laine fine et spongieuse, est ensuite soumis à l'action d'une puissante presse hydraulique.

Au sortir des feutres, il est pressé modérément, puis relevé, pressé et relevé de nouveau. Placé ensuite feuille par feuille entre des cartons épais et spongieux préalablement séchés dans une étuve où règne une température constamment égale à 60 degrés, le papier reste entre ces cartons pendant vingt-quatre heures, au bout desquelles il est complètement sec.

Le collage à la gélatine est indispensable pour donner au tissu la force et la sonorité nécessaires. L'étendoir, chauffé en hiver, arrosé en été, est maintenu constamment à la température de 15 degrés.

La dernière opération consiste à choisir, gratter et presser le papier, que la moindre tache, le moindre défaut font mettre au rebut.

C'est en imprimant des teintes de fond, sur lesquelles vient se placer l'impression du texte que l'on contrarie l'exécution d'un report, lequel ne saurait s'appliquer à une partie seulement de l'encre grasse déposée sur le papier.

L'emploi de l'encre bleue au lieu d'encre noire, et aussi l'impression simultanée des deux faces sur papier transparent constituent les obstacles les plus sérieux que l'on sache aujourd'hui opposer aux contrefaçons photographiques, surtout lorsque à ces diverses précautions viennent s'ajouter les rentrées d'impression de chiffres en noir, rentrées obtenues avec des numéroteurs imprimeurs.

Aux États-Unis, on emploie souvent des papiers de couleur verte à base d'oxyde de chrome. Les caractères y sont tracés avec une encre noire à base de charbon, et par conséquent inaltérable.

Ces caractères sont à l'épreuve de tout agent chimique, mais en outre ils ne peuvent être reproduits par la photographie.

Dans ces derniers temps, on a mis en œuvre, en France, un procédé d'impression des papiers de banque, dû à M. Schlumberger, qui est le suivant :

On cache sous le fond du titre, de l'action, du billet, des signes, des mots, des chiffres qui sont invisibles, mais qui apparaissent sûrement lorsque le faussaire essaie de laver le fond du titre et des caractères; ces signes apparaissent également quand on veut vérifier à l'aide d'un simple coup de pinceau si le titre est vrai ou faux.

Les valeurs fausses des contrefacteurs ne portent pas le mot ou signe caché, qu'ils ignorent et que l'on peut varier à l'infini et fréquemment. Si, sous le coup de pinceau trempé dans un réactif spécial le signe ne se montre pas, le titre est faux.

©BIU Santé

Enfin, tout dernièrement la Banque de France a, par de nouvelles modifications dans la couleur et la fabrication de ses billets, cherché à rendre l'imitation ou l'altération de ces valeurs, aussi difficiles que possible.

PAPIERS FILIGRANES

Les papiers de sûreté dont nous venons de parler contiennent le plus habituellement dans leur propre pâte des inscriptions ou des dessins que l'on désigne sous le nom de filigranes.

De nos jours, le filigrane ne sert qu'à faire reconnaître une marque de fabrique ou aussi pour créer des difficultés à la reproduction ou à l'imitation du papier considéré; autrefois, on l'employait pour indiquer les dimensions et la qualité du papier.

Quelques-uns des formats aujourd'hui connus sont, comme nous l'avons indiqué dans un précédent tableau désignés par le nom des marques autrefois employées.

Un bonnet de fou comme filigrane a donné son nom au *foolscap* (papier écolier), tandis qu'un cor de postillon a servi à indiquer le papier connu sous le nom de *post* (papier à lettres).

Une des marques les plus anciennes que l'on connaisse se trouve dans un livre de comptes commencé en 1301 et qui fait partie des archives de La Haye; le filigrane consite en un cercle et une croix.

Plus tard, on trouve un porc ou un pot comme marque. Vers la fin du XIV[e] siècle, le pot et le cor de chasse qui firent leur apparition furent les marques principales. On les retrouve fréquemment dans les papiers faits dans les Pays-Bas.

Les autres marques étaient la licorne, l'ancre, la tête de bœuf, les lettres P et Y, qui étaient les initiales du duc Philippe de Bourgogne et de sa femme Isabelle

Les initiales ou les armoiries des nobles se retrouvent également sous forme de filigranes. C'était aussi la coutume de marquer le papier avec des emblèmes appropriés au sujet de l'ouvrage.

Mais depuis un certain nombre d'années on a cherché à transporter dans le papier à la machine les filigranes autrefois réservés aux papiers à la cuve. Parmi ces nouveaux papiers on en trouve qui imitent la dentelle et dont la fabrication se fait de la façon suivante :

On colle entre deux feuilles de papier assez épais une broderie quelconque appliquée sur une étoffe fine. Lorsque le carton mince qui en résulte est sec, on pose sur un carton ordinaire à lisser ou sur une feuille de zinc la feuille de papier qui doit recevoir le dessin; sur celle-ci, le papier double qui le renferme, puis une seconde feuille et un second carton. On passe le tout entre les rouleaux d'un laminoir et la dentelle est imprimée dans les deux feuilles de papier.

On peut, par un procédé analogue, imprimer dans le papier tout nom, caractère ou dessin en les brodant sur de la mousseline mince. Le même résultat

©BIU Santé

s'obtient également en faisant imprimer des lettres ou dessins quelconques que l'on colle sur une feuille de papier; on les déchiquette, puis on les recolle entre deux feuilles de papier assez épais, et l'on opère ensuite comme précédemment.

On emploie aussi des plaques de zinc de 2 à 3 millimètres, sur lesquelles le dessin a été fixé par la galvanoplastie.

Les signes en caractères quels qu'ils soient sont dessinés préalablement sur une feuille de papier, puis transportés sur le métal, que l'on soumet à l'action

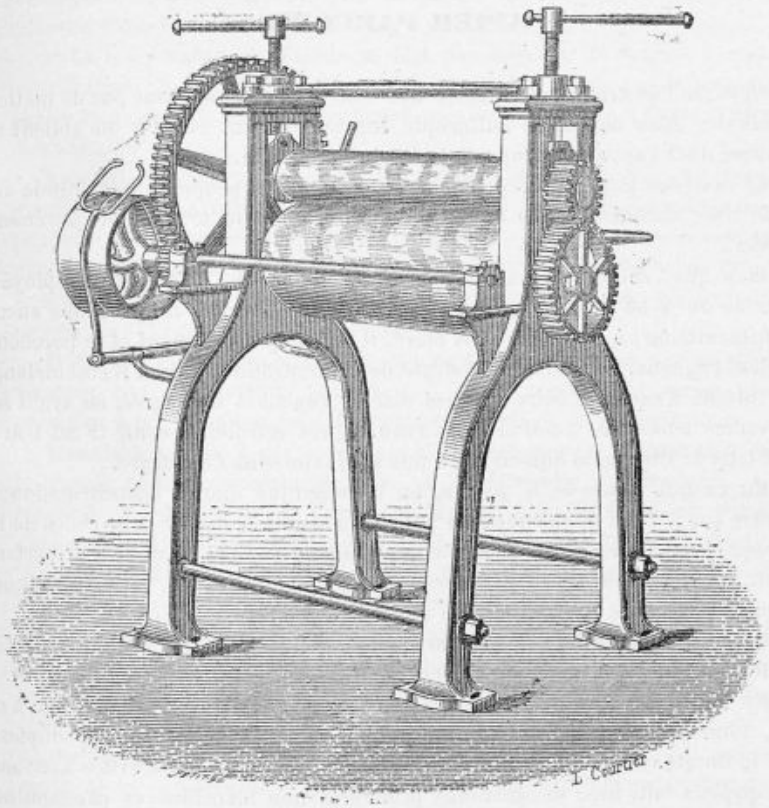


Fig. 135.

de la pile, qui, mordant le zinc dans les parties dessinées, laisse le surplus en relief.

Pour employer ces plaques, on forme un paquet composé d'un carton dont le tissu est homogène et régulier, d'une feuille de zinc ordinaire, de la plaque contenant le dessin, de la feuille de papier qui doit le recevoir, d'une seconde feuille de zinc et d'un nouveau carton.

On passe ensuite sous le laminoir en essayant la pression. Si l'empreinte est faible, on ferme davantage; si elle est trop marquée, on ouvre le laminoir.

©BIU Santé

Enfin, on peut employer des plaques d'acier, sur lesquelles le dessin est gravé. Ces plaques sont d'une plus grande durée et donnent une impression plus nette.

Nous n'insisterons pas sur les moyens pratiques spéciaux employés dans l'obtention des filigranes des papiers de banque, et nous terminons ce que nous voulons dire sur ce point spécial, en donnant (fig. 135) l'ensemble d'une petite machine à filigraner les papiers très minces comme les papiers à cigarettes et qui se comprend d'elle-même.

PAPIER PARCHEMINÉ

Lorsque l'on trempe du papier non collé et ne renfermant pas de matières minérales dans de l'acide sulfurique convenablement étendu, on obtient une matière dont l'apparence rappelle celle du parchemin.

Ce nouveau papier possède dans la plupart de ses propriété une grande analogie avec les membranes animales, on lui a donné le nom de *parchemin végétal*.

Pour que l'action de l'acide sulfurique soit efficace, il doit être employé au titre de 50 à 60 degrés Baumé. A un degré moindre, il ne provoque aucune transformation ; à un degré plus élevé, il agit trop rapidement et le parchemin devient rugueux. Pour obtenir le degré de concentration voulue, il faut mélanger un volume d'eau avec deux volumes d'acide anglais à 66 degrés, en ayant soin de verser lentement celui-ci dans l'eau. Après refroidissement, il est bon de constater le titre de la liqueur avec une approximation de 1 degré.

En ce qui concerne le papier, on a remarqué que la transformation ne s'opère pas avec la même rapidité pour les fibres de coton et pour celles de lin. Lorsque les deux espèces existent dans un même papier, on distingue parfaitement les fibres de lin non altérées, tandis que celles de coton deviennent transparentes et se fondent en une masse homogène.

Le papier fait exclusivement avec du coton devient en conséquence tout semblable à la peau, mais après séchage, il est plus rugueux et plus cassant.

En mélangeant les diverses sortes de chiffons, le fabricant peut donc à son gré, donner au parchemin la propriété dominante qu'il veut, soit la souplesse, soit la dureté. L'intervention des matières minérales doit être évitée avec soin. Les papiers faits avec des matières premières non blanchies se parcheminent mal, parce que la fibre végétale est protégée par des enveloppes incrustantes contre l'action de l'acide.

Pour la même raison, le bois ne se transforme qu'imparfaitement. La force du papier a une grande influence sur la transformation. Lorsque l'on veut un parcheminage complet, le papier doit être tel qu'en le faisant surnager sur l'acide, celui-ci le pénètre sur toute son épaisseur. Si le papier restait sec et blanc sur la face supérieure, ce serait une preuve qu'il est trop fort, et dans ce cas, il se réduirait après immersion en deux couches de parchemin séparées par une feuille non transparente. Le papier trop fortement satiné se comporte comme le papier trop épais.

©BIU Santé

Le procédé de fabrication est fort simple. Il consiste à faire passer lentement le papier bien égalisé dans la dissolution d'acide, de façon qu'il y séjourne de cinq à quinze secondes; puis on l'amène dans un bain d'eau fraîche où il abandonne la majeure partie de son acide. Les dernières portions d'acide sont enlevées par un trempage dans une dissolution alcaline, suivi d'un lavage dans l'eau pure et d'un séchage.

On doit pendant ces opérations prendre les précautions suivantes :

1° L'acide doit conserver un degré constant de concentration; par suite de l'exposition à l'air et dans un endroit humide, l'acide absorbe bientôt assez d'eau pour ne plus avoir d'action. Le papier lui-même cède une assez notable quantité d'eau de constitution.

2° La température de l'acide ne doit pas dépasser 14 degrés. Lorsque cette température est dépassée, l'action est trop rapide; on n'a pas le temps de faire passer le papier. On peut rendre la température constante à l'aide d'un courant d'eau froide.

Industriellement, on emploie, bien entendu, des machines pour ces diverses manipulations. La machine fait passer d'abord le papier sans fin dans l'acide pendant le temps nécessaire, puis dans l'eau, puis dans l'eau ammoniacale, dans des cuves de lavage, et enfin, essore rapidement la feuille par la pression, le contact de flanelles épaisses, et termine l'opération par un glaçage obtenu au moyen de cylindres chauffés à la vapeur.

Hoffmann a fait de nombreuses expériences analytiques sur ce papier. Il a reconnu que, abstraction faite de $0^0/_0.9$ de cendres, le papier parchemin présente, à peu de chose près, la même composition que la cellulose.

L'analyse semble avoir également démontré que la modification subie par le papier consiste seulement dans un déplacement moléculaire, et que la réaction si importante de l'acide sulfurique sur les filaments végétaux est analogue à celle qu'une influence plus longue produit dans la formation de la dextrine. Enfin, le parchemin végétal peut être considéré comme étant un intermédiaire entre la dextrine et la fibre végétale.

Pour s'assurer que le papier bien préparé ne contenait pas d'acide libre, on a réduit en petits morceaux une quantité assez considérable de ce papier que l'on a fait bouillir dans l'eau pendant six heures; le liquide filtré a été ensuite concentré par évaporation. On a constaté qu'il contenait du sulfate de chaux et du sulfate d'ammoniaque; la teinture de tournesol rougissait faiblement à cause de la présence de ce dernier sel qui, malgré la neutralisation de l'acide, exerce une légère action sur les couleurs végétales.

On a démontré encore plus directement l'absence d'acide libre dans l'extrait de papier parchemin, par la réduction à quelques gouttes seulement du liquide précédent, qui, versé dans cet état de concentration sur du papier non collé, n'a fait subir à ce papier aucune altération, même très légère, ni dans sa blancheur, ni dans sa ténacité. Le papier parchemin végétal doit donc être considéré comme étant complètement exempt d'acide libre.

En Angleterre et en Amérique, le chlorure de zinc a remplacé l'acide sulfurique. Voici comment on opère :

On neutralise une solution de chlorure de zinc en y ajoutant de l'oxyde ou

©BIU Santé

du carbonate de zinc, puis on concentre jusqu'à consistance sirupeuse. Le papier à traiter est placé à la surface de cette dissolution jusqu'à ce qu'il en soit bien imprégné. Après avoir retiré le papier, on enlève le liquide adhérent avec un racloir; on plonge ensuite la feuille dans l'eau, puis on la fait sécher et on lave pour enlever tout ce qui est resté soluble.

Ce traitement diminue le volume et la densité du papier qui est moins poreux qu'auparavant et dont la résistance a augmenté. Le changement peut devenir plus complet si l'on chauffe un peu la dissolution de zinc avant d'y plonger le papier. On reconnaît que la transformation est complète lorsque le papier est un peu gonflé et paraît sec. Il devient alors plus opaque.

Le papier ainsi obtenu est très souple. On peut l'employer dans beaucoup de cas pour remplacer le cuir.

Lorsque l'on veut coller le papier parchemin sur un objet, on doit d'abord humecter et détremper avec de l'alcool la partie qui doit être collée, puis, l'appliquer toute humide sur l'objet qui doit la recevoir et que l'on a auparavant recouvert de colle-forte.

Si le papier parchemin doit être collé sur lui-même, on n'a qu'à traiter de la même façon tous les points qui sont destinés à se toucher.

Les propriétés remarquables de ce papier en font aujourd'hui un objet de commerce important et en multiplient beaucoup les usages.

Il sert à l'impression des diplômes, des documents et actes importants, des papiers et contrats auxquels il importe d'assurer une longue conservation. Son origine végétale lui donne, en ce point, une supériorité marquée sur le parchemin ordinaire qui, à la longue, devient la proie des insectes.

Ce papier reçoit facilement l'empreinte des caractères d'imprimerie et reproduit fidèlement les planches gravées. Les caractères une fois tracés sont difficiles à enlever et ne peuvent pas être remplacés par d'autres. Grâce à sa solidité et à son inaltérabilité, il est employé avec avantage pour la confection des plans et dessins; les relieurs eux-mêmes en tirent parti.

Si l'on traite une bande de papier parchemin préparé de telle sorte que l'un des côtés soit parcheminé, tandis que l'autre est resté à l'état naturel, et si on le trempe dans un bain coloré par de la fuchsine, par exemple, on remarque immédiatement que la partie parcheminée se teint d'une façon beaucoup plus intensive que l'autre. Le côté transformé par l'acide constitue une surface étanche sur laquelle les molécules de couleur viennent se déposer en couche compacte. La partie poreuse, au contraire, s'imprègne dans toute son épaisseur et dissémine la matière colorante.

On peut tirer parti de cette observation pour la fabrication du papier à fleurs et pour la maroquinerie. Elle est également mise à profit pour la production du papier photographique.

Le papier parcheminé blanc et opaque ressemble assez au parchemin recouvert de blanc de plomb et peut servir à recevoir des écritures effaçables Si l'on parchemine du bon papier d'impression sur lequel on a reproduit avec des planches de cuivre des veines analogues à celles de l'ivoire, on obtient des feuilles qui trouvent leur emploi dans la marqueterie. Ce produit simule l'ivoire à s'y méprendre, il en possède les qualités, tout en étant d'une valeur infime.

©BIU Santé

Le papier parcheminé plongé dans l'eau devient mou et flasque, mais ne perd pas sa solidité. Il ne se laisse traverser par les liquides que grâce au phénomène de dialyse. Lorsqu'on le fait bouillir dans l'eau il ne se putréfie pas. Il absorbe très difficilement les corps gras parce que sa surface est dure et imperméable. On peut utiliser cette propriété pour parcheminer les cartes géographiques, les cartes à jour, certaines gravures, de façon à rendre leur durée beaucoup plus grande.

On peut aussi en faire usage pour unir les diverses pièces des alambics, pour consolider des appareils chirurgicaux. En médecine, son imperméabilité le rend propre à remplacer le taffetas gommé, la toile cirée, etc...

PAPIERS A CALQUER

Les papiers à calquer sont transparents. On en connaît plusieurs sortes dont les principales sont : le *papier huilé*, le *papier verni*, le *papier végétal* et le *papier toile*.

Le premier est le moins cher. C'est un papier qui est recouvert d'une couche d'huile de noix et de térébenthine. On en fait aussi au moyen de l'huile de pétrole.

Le papier verni est recouvert d'une couche mince, très résineuse et très cassante. Il est particulièrement consacré à la peinture orientale.

Le papier végétal est le meilleur papier à calquer. Il est transparent, ne jaunit pas et ne tache pas le dessin, mais il reçoit difficilement les teintes de lavis. On le fabrique en général avec un chanvre spécial provenant du Berry.

Le papier toile très employé pour les dessins industriels, remplace dans beaucoup de cas le papier à calquer ordinaire.

Le tissu employé de préférence est le jaconas écru que l'on soumet d'abord à un grillage préparatoire, suivi d'un blanchiment fait avec le plus grand soin.

Ces deux opérations terminées, on procède au graissage de l'étoffe en la passant dans un bain d'huile blanche. Cette pièce d'étoffe enroulée et placée sur un chevalet est appelée par un autre rouleau monté du côté opposé sur un chevalet semblable, en passant d'abord dans un bain d'huile, puis entre des rouleaux qui enlèvent l'excédent de matière. Le fond du bain est garni d'un tendeur-guide qui oblige l'étoffe à baigner régulièrement dans une certaine quantité. Un rouleau protège la même étoffe à sa sortie et immédiatement avant le passage aux rouleaux presseurs, confectionnés habituellement en bois enveloppés de coton.

Ces rouleaux ont pour but d'enlever, autant que faire se peut, l'huile ou les substances qui servent à donner la transparence. Aussi, sont-ils munis d'une auge pour recevoir l'excédent enlevé par la pression. Ils peuvent être libres ou commandés soit à la main, soit par moteur. L'addition d'huile n'est pas absolument indispensable.

Malgré la forte pression des rouleaux, il est encore nécessaire de faire subir à l'étoffe un lavage ou rinçage énergique pour neutraliser à peu près complètement le graissage à l'huile et rendre au tissu la blancheur qu'il a perdue.

L'étoffe est ensuite portée dans une étuve chauffée à 80 degrés, garnie exté-

©BIU Santé

rieurement de deux rouleaux verticaux ou horizontaux, afin d'opérer le séchage par portions et de permettre l'enroulement au fur et à mesure qu'il se produit.

Ainsi choisi, grillé, blanchi, huilé, pressé, lavé, rincé et séché, le tissu est propre à recevoir l'apprêt qui se compose ordinairement de cinq parties de tapioca, deux parties d'amidon et une partie d'alun. Lorsque l'on veut donner plus ou moins de fermeté au tissu, on change ces proportions ou l'on opère le mélange avec des résines de différentes espèces. On fait ensuite sécher à nouveau, afin d'éviter l'adhérence des parois entre elles.

La série des opérations est terminée par le glaçage qui s'obtient à l'aide d'un laminoir puissant, à simple ou à double effet, mais composé dans tous les cas d'un rouleau en fonte chauffé à la vapeur et d'un ou deux rouleaux en papier comprimé.

PAPIERS SENSIBLES ET PHOTOGRAPHIQUES

En général, la préparation des papiers photographiques est une opération délicate et difficile.

Les bonnes qualités du produit dépendent tout d'abord de la fabrication même du papier. Le premier soin du fabricant doit être d'éviter dans la pâte les parcelles microscopiques de bronze ou de laiton qui résultent soit du frottement des appareils broyeurs, soit de l'oubli dans les chiffons de quelques parcelles métalliques.

Les taches dites de *fer*, en réalité causées par le bronze et par le laiton, n'ont pas d'autres causes et ne sont plus maintenant que de rares accidents pour les papiers bien fabriqués.

Une seconde condition d'une importance aussi grande et dont dépendent le ton et la richesse des épreuves est la bonne qualité de l'encollage de la pâte.

Nous n'avons pas à entrer ici dans les détails si variés de la préparation des papiers sensibles usités en photographie et nous nous bornerons à dire quelques mots d'un papier tout spécial, très important au point de vue de ses applications industrielles, nous voulons parler du papier au cyanoferrure de potassium.

On sait que certaines substances, comme les sels d'argent, de fer, de chrome, etc..., ont la propriété de prendre une teinte plus ou moins foncée lorsqu'elles sont exposées à la lumière, particulièrement lorsqu'elles sont en contact avec les matières organiques. Depuis longtemps, cette propriété est utilisée pour les reproductions photographiques. Du papier est imprégné d'une dissolution de l'un des sels en question, puis exposé à la lumière sous le dessin à reproduire, ce dessin ayant été préalablement rendu transparent par un procédé convenable.

La lumière en se tamisant au travers des parties du dessin où il n'existe ni trait, ni teinte, agit sur la couche sensible non protégée et dans un temps plus ou moins long, la modifie en laissant inaltérées, ou à peu près, les parties protégées.

On a substitué aux sels d'argent, dont l'emploi exige des précautions longues

©BIU Santé

et minutieuses, des papiers préparés au cyanoferrure de potassium qui n'ont qu'un défaut souvent sans importance, qui est de donner des dessins bleus.

Ce papier se présente recouvert d'un côté d'une couche sensible soluble dans l'eau, ayant une couleur d'un jaune olive sale; exposé à la lumière, il prend successivement les teintes suivantes :

Jaune verdâtre.

Vert bleuâtre.

Bleu gris.

Gris olive.

Olive gris à reflets métalliques.

En même temps, la couche qui était soluble dans l'eau devient progressivement insoluble. Dans l'eau, les teintes que nous venons d'indiquer passent toutes à un ton brillant de bleu de Prusse.

Sous un papier transparent les mêmes modifications de teinte se produisent, mais plus lentement. Si donc, on applique sur ce papier photographique un dessin tracé sur un papier transparent, tel que du papier calque, du papier pelure ou de la toile à calquer, et qu'on l'expose à la lumière, les parties protégées par le dessin contre l'action de la lumière conserveront à peu près leur teinte primitive, tandis que les autres se modifieront.

Il convient d'arrêter l'action lumineuse au moment où les parties opaques du dessin, après être restées très visibles sur le reste du papier, commencent à ne plus s'en distinguer.

Si le dessin est un simple trait, il faut qu'il se détache en bleu gris sur le fond olive bronzé.

Ce résultat, une fois obtenu, si la feuille est plongée dans de l'eau ordinaire, les parties attaquées par la lumière, celles qui se sont bronzées prennent une teinte bleue brillante, tandis que celles qui ont été protégées par le trait du dessin se dépouillent complètement et apparaissent en blanc.

La netteté de la reproduction dépend : 1° de la différence d'opacité entre le fond et le dessin; 2° de la manière dont le dessin original aura pu être appliquée sur le papier sensible.

La reproduction la plus nette s'obtient lorsque l'on peut mettre en contact la face du dessin et la couche sensible. Mais alors la reproduction est inverse de l'original. Les écritures sont retournées.

Avec des papiers transparents très minces, on obtient encore une très grande netteté en appliquant l'envers du dessin sur la couche sensible et la reproduction est tout à fait exacte et dans le même sens.

On voit donc que l'on doit chercher à obtenir juxtaposition aussi complète que possible de l'original et du papier sensible. On y arrive par l'emploi de châssis ou presses à reproduction.

Enfin, une reproduction d'un dessin par ce procédé exige, en résumé, les opérations suivantes :

1° Découper le papier photographique ou sensible à la grandeur du dessin et au plus à celle du châssis dont on dispose.

2° Placer le dessin sur la glace du châssis qui a été ouvert à l'avance.

Au dessin, superposer le papier photographique, la couche sensible contre

©BIU Santé

le dessin. Les appliquer aussi exactement que possible l'un contre l'autre en se servant d'un coussin de papier brouillard et de la planchette.

Tous ces préparatifs doivent être faits à l'abri de la lumière du jour.

3° Exposer à la lumière pendant tout le temps nécessaire pour arriver au point convenable de coloration du papier, c'est-à-dire, si l'on a un dessin noir sur papier blanc transparent, jusqu'à ce que le trait se dessine faiblement en bleu sur fond bronzé, ou si l'on a un dessin transparent sur fond opaque, jusqu'au moment où le dessin apparaît en olive gris à reflet métallique sur fond vert bleuâtre.

Souvent quelques minutes suffisent pour atteindre le résultat; lorsque la lumière est faible il faut plusieurs heures.

4° Laver dans plusieurs eaux, jusqu'à ce que les blancs soient biens purs. Le lavage permet quelquefois de faire revenir des épreuves trop posées, c'est-à-dire celles dans lesquelles les parties qui devaient être blanches seraient légèrement teintées en bleu.

5° Sortir l'épreuve de l'eau, l'égoutter et la sécher entre des feuilles de papier buvard.

PAPIER A FILTRER

Les papiers destinés à la confection des filtres doivent être facilement perméables aux liquides et renfermer le moins possible de corps étrangers à la fibre végétale.

Les chiffons employés à cette fabrication doivent être de premier choix. Ils sont lavés à fond sans le secours de matières savonneuses ou alcalines; débarrassés de toute impureté, ils sont battus dans une eau bien pure ne pouvant leur abandonner aucun sel, ni aucune matière terreuse.

On fabrique en Suède un papier à filtre supérieur à tous les autres. On le fait en hiver et on le sèche par un temps de gelée. L'eau qu'il renferme se congèle avant de s'évaporer et le rend très poreux. Cependant il conserve assez de résistance pour laisser passer les liquides et retenir les substances qui sont en suspension. Ce papier, qui porte le nom de Berzélius, ne renferme aucune matière soluble et laisse après combustion un résidu égal au millième de son poids.

On peut améliorer le papier à filtre de la façon suivante :

Le papier est plongé dans de l'acide azotique dont la densité est 1,42 (43 degrés Baumé) et lavé ensuite à grande eau. Le produit est tout différent du papier parcheminé ordinaire obtenu par le traitement à l'acide sulfurique; il peut être lavé et frotté. Les dimensions se contractent et son poids diminue; sa ténacité augmente.

Ce papier peut être employé avec une machine pneumatique dans des entonnoirs ordinaires et sans supports additionnels. Ils s'adapte suffisamment bien aux parois pour empêcher un trop grand accès d'air.

Pour employer ces filtres, on en trempe la pointe dans l'acide azotique puis on lave à grande eau; la partie faible qui se troue souvent, est ainsi renforcée.

Enfin on trouve aujourd'hui dans le commerce des filtres en papier fabriqués mécaniquement.

©BIU Santé

Dans cette fabrication; on emploie des papiers découpés en rondelles de différents diamètres, qui sont introduites à la main dans une trémie verticale où elles se centrent; elles sont ensuite conduites à des couteaux plisseurs.

Ces couteaux plisseurs horizontaux fonctionnent par paires de deux. Ils sont animés d'un mouvement oscillatoire dans le plan horizontal et d'un mouvement ascensionnel vertical. En se superposant et en se croisant alternativement en sens inverse, les lames plient le papier dans le sens voulu, et chaque pli formé est refoulé pendant le mouvement ascensionnel dans des guides où les filtres s'entassent.

PAPIER NACRÉ. — CARTE PORCELAINE

Pendant longtemps les papiers nacrés, les cartes dites porcelaine ont été fabriqués avec des substances vénéneuses, notamment avec des sels de plomb.

On a cherché à remplacer ces matières par des produits inoffensifs et l'on est arrivé pour le papier nacré au procédé suivant :

On dissout 93 grammes de sulfate de magnésie dans une certaine quantité de mucilage de gomme auquel on ajoute 1 à 2 grammes de glycérine. On fait bouillir la liqueur et on laisse refroidir. Quand elle est tout à fait froide, on l'étend bien également avec une brosse à poil fin sur le papier sec préalablement couvert d'une légère solution de gélatine ou de glycérine.

Le papier ainsi enduit doit être placé dans une pièce chauffée. Au bout d'un quart d'heure environ il présente un aspect cristallin. La dimension des cristaux dépend de la quantité de liquide déposée par la brosse. La coloration s'obtient à l'aide des couleurs d'aniline.

Pour lustrer ce papier on peut employer une presse ordinaire. Il a l'avantage d'abord de n'être pas nuisible, en second lieu on peut le plier facilement sans altérer les cristaux.

On a également remplacé les sels de plomb dans la préparation des cartes porcelaine, par le blanc de zinc.

Cette fabrication exige un certain nombre d'opérations minutieuses que nous allons exposer.

Les papiers sont vérifiés, épluchés, puis les papiers forts sont encollés à la colle de pâte, pressés pour chasser l'excès de colle et étendus sur des fils au moyen de pinces émaillées garnies en caoutchouc. Le séchage opéré, on presse de nouveau.

Le blanc de zinc qui doit être employé est broyé mécaniquement à l'eau et mêlé dans un pétrin à de la colle préparée à la vapeur. Le mélange étant opéré, le liquide est passé au tamis et maintenu à une certaine température.

Les papiers préparés sont portés dans un atelier chauffé à 40 degrés où ils reçoivent le couchage ou plutôt l'émaillage. Cette opération se fait au moyen d'un large pinceau et d'un blaireau. La grande difficulté de ce travail réside dans la régularité avec laquelle la couche suivant l'épaisseur désirée, doit être appliquée.

L'émaillage une fois terminé, on place les feuilles dans des casiers tournants. Le séchage s'opère seul, puis les feuilles sont portées à l'atelier de brossage.

©BIU Santé

Au moyen d'une brosse énergiquement promenée sur la feuille émaillée, on produit un brillant plus ou moins beau. Cette feuille est placée sur une pierre très lisse, et la brosse est supportée par une longue perche mobile à laquelle on imprime un mouvement de va-et-vient plus ou moins rapide suivant la nature du travail à effectuer. On peut remplacer ce système par une petite machine qui met en mouvement une douzaine de brosses à la fois.

Après le brossage, la carte est épluchée, c'est-à-dire qu'une ouvrière enlève de dessus les feuilles les points et les bavures qui peuvent s'y trouver. L'opération terminée, on essuie les feuilles, puis on les porte au laminage.

Les cartes une fois lustrées sont découpées à la machine suivant les dimensions demandées par le commerce.

PAPIER LUMINEUX

Par la combinaison d'une substance phosphorescente avec la pâte à papier pendant le cours de la fabrication, on peut obtenir un papier qui après avoir été exposé à la lumière, paraît distinctement lumineux dans les endroits obscurs et conserve son pouvoir lumineux pendant un laps de temps relativement considérable.

Ce papier est susceptible de nombreuses applications.

Pour le fabriquer, on emploie du sulfure de calcium qui a la propriété de rester lumineux pendant un temps assez long, après avoir été exposé à la lumière.

On opère le mélange, en répandant le sulfure de calcium sur la pâte à papier contenue dans un malaxeur au fur et à mesure de son incorporation et dans les proportions suivantes : 100 kilogrammes de sulfure pour 130 kilogrammes de pâte, en ayant soin que celle-ci contienne le moins d'eau possible.

Quand le mélange est complètement achevé on continue la fabrication du papier à la manière ordinaire.

Le mélange peut aussi se faire de la façon suivante :

On fait une pâte de sulfure de calcium en y ajoutant deux fois son poids d'eau bouillante et en laissant cette solution reposer pendant 36 heures tout en l'agitant à plusieurs reprises. On retire alors l'eau qui ne s'est pas incorporée. La pâte obtenue prend le nom de pâte lumineuse; on la mélange dans la machine avec la pâte à papier renfermant très peu d'eau, dans la proportion de 100 kilogrammes de pâte lumineuse pour 80 kilogrammes de pâte à papier. Si l'on veut obtenir du papier blanc, on peut ajouter un peu de bleu d'outremer, mais en se gardant d'employer les poudres ordinaires à blanchir.

On peut donner à la colle employée un caractère d'imperméabilité en y ajoutant soit du tannin, soit du bichromate d'ammoniaque. On doit éviter avec soin d'introduire dans le mélange aucune substance acide qui viendrait réagir sur le sulfure de calcium et en affaiblirait ou même détruirait le pouvoir lumineux. La quantité d'alun doit être aussi faible que possible. On ne doit se servir pour la fabrication de ce papier, que d'outils en bois.

©BIU Santé

PAPIER LINGE

Depuis un certain nombre d'années on fait en Angleterre et surtout en Amérique une grande consommation de papier pour simuler le linge et notamment les cols et manchettes de chemises. Ces objets sont de deux sortes, soit en toile et papier combinés, soit en papier seul.

Le papier dont on se sert est de première qualité. Il est moulé en feuilles blanches de 1 mètre de haut sur 40 centimètres de large; la rame pèse 57 kilogrammes.

Ce papier est envoyé à l'atelier de vernissage où il reçoit une légère couche brillante, puis il est placé sur des châssis chauffés à la vapeur. On ne le retire que lorsqu'il est tout à fait sec. Ce travail se fait entièrement à la main, et le vernis s'applique avec une brosse ordinaire.

Le papier reçoit ensuite un gaufrage qui lui donne l'aspect de la toile. A cet effet, on met entre les feuilles des morceaux de mousseline ayant exactement les mêmes dimensions de manière que le papier et la mousseline alternent régulièrement. Lorsque 15.000 feuilles environ sont ainsi superposées, on fait passer le tout entre des rouleaux d'acier dont l'action suffit pour imprimer sur le papier le dessin du linge; on obtient ainsi un fac-simile très exact.

On polit ensuite chaque feuille séparément en la passant sur des brosses qui ont un mouvement circulaire très lent, puis le papier est envoyé à l'atelier du finissage où les faux cols sont découpés d'un seul coup au moyen d'un emporte pièce en acier.

On met sous presse environ 80 feuilles de papier, l'emporte-pièce par-dessus, puis on fait tourner le volant; l'opération se fait d'un seul coup et les cols sont terminés sauf les boutonnières et le moulage.

A une extrémité de l'atelier se trouvent de grands rouleaux de mousseline empesée. Cette mousseline est coupée en petites pièces elliptiques. On colle une de ces pièces au milieu et aux deux bouts, aux endroits où doivent se trouver les boutonnières.

Le but de cette opération est de renforcer les boutonnières de façon qu'elles ne se déchirent pas, si le col devient humide.

Une machine très ingénieuse place ces petites pièces d'étoffe, découpe les boutonnières, fait l'imitation du piqué au bord des cols, et y imprime leur numéro de grandeur. Toutes ces opérations se font en une fois.

Dès que les cols sortent de cette machine, ils reçoivent le moulage nécessaire pour qu'ils s'appliquent bien au cou. Les cols sont ensuite emballés. La fabrication des manchettes se fait d'une façon analogue.

PAPIER MARBRÉ

Ce papier très employé dans l'industrie du relieur ne ressemble en rien au point de vue de sa fabrication au papier de teinture dit papier peint dont nous parlerons plus loin.

L'art de marbrer consiste à produire sur le papier certains effets ou dessins

©BIU Santé

au moyen de plusieurs couleurs préparées de manière à surnager sur un bain mucilagineux.

Que ces couleurs soient versées ensemble ou l'une après l'autre sur le bain, elles conserveront chacune une position distincte et ne se mêleront ni entre elles, ni avec le véhicule sur lequel elles flotteront.

Pendant qu'elles surnagent, on peut alors les disposer suivant un dessin quelconque, après quoi on met en contact avec elles une feuille de papier, et en la retirant doucement avec une baguette, on débarrasse la surface du bain, ce qui permet de répéter immédiatement l'opération.

Supposons une cuve ayant environ 7 centimètres de profondeur et contenant un bain de mucilage léger. Il y a plusieurs sortes de mucilage que l'on prépare avec diverses substances, telles que la gomme adragante, la graine de lin, etc... La gomme adragante doit être préférée.

On dissout la gomme dans l'eau, ce qui demande deux ou trois jours, pendant lesquels il faut bien remuer le mélange après quoi, on le passe au travers d'un tamis de mousseline ou de crin très fin.

L'eau ne doit pas entrer seule dans la préparation des couleurs; on doit lui ajouter un élément indispensable, qui est le fiel d'un animal. On emploie généralement le fiel de bœuf ou le fiel de cheval. Le rôle de cette substance se démontre facilement.

Supposons qu'on ait préparé le bain mucilagineux. On commence par en écumer la surface avec une spatule en bois pour enlever la pellicule mince qui s'y forme toujours quand on n'opère pas, et dont la présence ferait manquer l'opération.

Si l'on prend une couleur préparée avec de l'eau seule et qu'on en verse quelques gouttes sur le bain, elle ne flottera ni ne s'étalera, mais se précipitera au fond de la cuve.

Si au contraire on répète l'opération avec la même couleur additionnée d'un peu de fiel, on la voit flotter et s'étendre.

Si dans cet état, on met un instant en contact avec la couleur une feuille de papier blanc, on la retirera teinte mais sans marbrure. Enfin, si l'on prépare dans un verre un peu d'eau additionnée de quelques gouttes de fiel, et que l'on trempe une brosse dans cette eau puis qu'on en asperge le bain, on verra aussitôt la couleur se partager en veines plus ou moins inégales, véritables marbrures unicolores que le papier prendra facilement.

Supposons maintenant cinq couleurs différentes, du rouge, du noir, de l'orange, du bleu et du chamois.

Le rouge renfermera un peu de fiel, le noir un peu plus que le rouge, l'orange un peu plus que le noir et ainsi de suite pour les autres, c'est-à-dire que chacune des couleurs qui devront se succéder dans l'ordre adopté, sera plus chargée de fiel que celle qui la précédera, afin de lui permettre quand on la répandra sur le bain, de faire sa place au milieu des autres et de les resserrer suivant le dessin adopté pour l'opération.

Une fois ces couleurs versées sur le bain dans l'ordre que nous venons d'indiquer, l'opérateur peut à volonté produire des effets de marbrure nombreux et variés. Il lui suffit pour cela, au moyen d'une baguette pointue ou d'une longue

©BIU Santé

aiguille de dessiner sur le bain des zigzags, des tourbillons, ou tel dessin régulier ou non que la fantaisie lui suggérera, pour que les couleurs demeurent dans la position où cette opération les aura placées, et constituent des marbrures qu'il sera facile ensuite de faire prendre au papier par simple immersion.

APPLICATIONS DU PAPIER DANS L'ART DE LA CONSTRUCTION

Nous l'avons dit, les applications du papier dans l'industrie deviennent en dehors de sa destination régulière de jour en jour plus nombreuses et plus inattendues.

On fait aujourd'hui, des cheminées, des tuyaux, des tonneaux, des bouteilles, des chaussures, des bobines, des roues, etc... en papier. La plupart de ces innovations nous viennent d'Amérique.

Il y a quelques années on a construit à Breslau une *cheminée* en papier de 30 mètres de hauteur. Le mode de construction a été le suivant :

On a moulé une série de grands anneaux en pâte à papier, celle-ci étant additionnée d'une composition propre à rendre la cheminée incombustible. Ces anneaux ont été passés à la presse hydraulique, ensuite superposés les uns sur les autres et réunis au moyen de goujons en fer. Il est évident que cette application n'a d'intérêt qu'autant que la construction peut être beaucoup plus rapide et surtout plus économique.

Pour fabriquer les *tuyaux* de conduite de gaz par exemple on enroule sur un mandrin une longue bande de papier ayant pour largeur la longueur du tuyau que l'on désire obtenir. Le papier passant dans un bain de bitume avant l'enroulement est ensuite comprimé.

Lorsqu'il s'agit de la confection des *bouteilles* on compose la pâte à papier de 10 parties de chiffons, 40 parties de paille et 50 parties de pâte de bois.

Chaque feuille de papier est imprégnée sur les deux faces d'une mixture composée de 60 parties de sang frais dont on a extrait la fibrine, 35 parties de chaux pulvérulente et 5 parties de sulfate d'alumine.

On laisse sécher l'enduit, puis on redonne une seconde couche. Après quoi on prend une dizaine de feuilles que l'on comprime dans des moules chauffés pour former chaque moitié de bouteille. On les réunit enfin deux à deux; sous l'action de la chaleur et de la compression, l'enduit devient inattaquable par les divers liquides alcooliques.

Le papier capitonné, destiné à l'emballage des objets fragiles, est composé avec du papier de paille très grossier, sur un côté duquel on a couché une couche uniforme de sciure de bois ou de liège en poudre.

Pour faire des *bobines* avec ce papier, on en coupe une bande d'une longueur suffisante ayant la largeur des bobines usuelles en bois, et on l'enroule autour d'une tige ronde d'un diamètre égal à celui du trou que la bobine doit avoir, suivant son axe. On retire ensuite la tige, et on colle une feuille de papier fin

©BIU Santé

autour du rouleau capitonné, soit pour le maintenir, soit pour obtenir une surface polie.

Ce nouveau genre de bobines, destinées à l'enroulage des soies écrues, pèsent moitié moins que les bobines faites avec du bois et, de plus, leur poids est très uniforme.

Dans ces derniers temps on a fabriqué des *poulies de transmission* en papier.

Ces poulies sont formées, comme les poulies en fer, d'un moyeu en fer et de bras en fer portant une armature sur laquelle repose la jante en papier. Cette armature, également en fer, maintient la jante pendant la fabrication en même temps qu'elle lui donne ensuite plus de solidité.

Le papier, d'une qualité spéciale et choisi après un grand nombre d'essais, est collé, enroulé et comprimé en une seule opération sur l'armature en fer, de sorte qu'il ne reste qu'à sécher la couronne et à la tremper ensuite dans un bain d'huile de lin et résine, convenablement préparé, pour donner au papier plus de résistance à l'humidité.

Ces poulies sont très légères, très économiques; elles sont destinées à remplacer rapidement les poulies entièrement métalliques dans tous les cas où la transmission n'exige pas une puissance considérable.

On a beaucoup parlé également depuis plusieurs années de *roues en papier* destinées au service des chemins de fer et qui ont été appliquées plus spécialement aux États-Unis.

Dans la roue de voiture en papier, le bandage est en acier et conique à l'intérieur, de sorte que le diamètre intérieur du creux de la roue est plus petit de 3 millimètres que le diamètre extérieur.

Le corps de la roue est un bloc de papier de paille formé de cercles de $0^m,75$ de diamètre, collés ensemble au moyen de colle ordinaire et consolidés par une pression hydraulique d'environ 300 tonnes. Ce bloc, après avoir séjourné près de quinze jours dans une sécherie, est dégrossi et tourné dans un tour ordinaire. On laisse, bien entendu, le diamètre du bloc de papier un peu trop grand pour qu'il s'ajuste parfaitement. Il est ensuite mis en place par une pression hydraulique de 400 tonnes, mais auparavant, on a chauffé le bandage à 100 degrés pour assurer un contact parfait après refroidissement.

Pendant que le bloc en papier est sur le tour, on perce au centre un trou convenable pour l'introduction d'un moyeu en fonte terminé d'un côté par une plaque à rebord. Les deux surfaces latérales de chaque roue sont couvertes de deux plaques de forte tôle.

Le moyeu est entré à force, lorsque ces plaques ont été posées. Le rebord maintient solidement en place la plaque extérieure. Seize rivets traversent le papier et maintiennent également les deux plaques. La plaque du moyeu livre passage à huit rivets qui affermissent le tout, de manière que le papier est parfaitement à l'abri de l'humidité. D'ailleurs ce dernier est peint avant d'être introduit dans la roue.

Des expériences récentes, faites en Allemagne, semblent démontrer que ces roues peuvent, dans certains cas, devenir la cause de déraillements toujours dangereux.

L'élasticité du papier étant plus grande et sa dilatibilité plus petite que celle

©BIU Santé

du métal pendant les changements de température, on espérait que l'emploi des roues en papier sur les chemins de fer augmenterait la sécurité de l'exploitation, qu'il diminuerait surtout l'usure des bandages et, enfin, que les véhicules rouleraient avec moins de bruit.

Mais, comme nous l'avons dit, plusieurs accidents survenus à la suite de l'emploi de ces roues en ont fait abandonner l'usage jusqu'à présent.

Enfin on fabrique en Angleterre des tapis en papier qui imitent parfaitement les divers bois dont on fait les parquets. Pour employer ces tapis, on nivelle d'abord le sol avec soin, on bouche les interstices avec du plâtre; on étend sur cette surface un premier lit de papier, puis le papier portant le dessin du parquet. Ce dernier est recouvert d'un vernis très dur qui supporte un long usage.

PAPIER BITUMÉ

On donne ce nom à un papier d'emballage enduit d'une couche noire vernissée, dont le but est de préserver de l'humidité les objets qui en sont enveloppés.

On le fabrique en passant sur lui, d'abord une couleur noire (noir de fumée), rendue liquide par de la colle de peau tiède, puis, après l'avoir fait sécher, une couche grasse bitumée par-dessus l'encollage noir.

Avec un encollage résineux à la gomme-laque, on peut fabriquer du papier bitumé, non seulement en noir, mais en toute autre couleur. Pour cela, on fait fondre dans un litre d'eau 60 grammes de gomme-laque brune dite *en écaille*, écrasée ou réduite en poudre. Aussitôt que l'eau bout, on ajoute à la gomme-laque 12 grammes de borax en continuant à remuer et à faire chauffer, la dissolution s'opère complètement.

On laisse refroidir cet espèce de vernis brun, puis on le passe sur du papier d'emballage pesant environ 90 grammes la feuille, car le papier plus épais absorbe trop la couleur. On mêle à ce vernis, mais sans broyer, du noir de fumée ou des ocres de diverses teintes, suivant la couleur que l'on veut obtenir.

PAPIER INCOMBUSTIBLE

Depuis longtemps on cherche le moyen de rendre le papier incombustible. On n'y est pas encore complètement arrivé. Toutefois certaines préparations ont l'avantage de rendre le papier à peu près ininflammable.

Certains papiers, fabriqués avec de l'amiante, sont incombustibles ou à peu près.

Pour les préparer, on lave de l'amiante dans une dissolution d'hypermanganate de potasse, puis on la blanchit à l'acide sulfureux. On mélange 5 parties de fibre de bois broyée ou finement divisées avec 95 parties d'amiante. Les deux matières sont mêlées avec de l'eau chargée de colle et de borax dans un moulin où elles sont converties, par un pétrissage prolongé, en une pâte qui donne un papier fin, à surface unie, et que l'on peut rendre, par le cylindrage propre

©BIU Santé

à recevoir l'écriture et l'impression. Ce papier a la propriété de résister à la chaleur rouge.

Si l'on veut en outre préparer des encres pouvant résister au feu, on emploie un mélange de chlorure de platine et d'huile de lavande.

Pour l'encre d'imprimerie, on ajoute du noir de fumée et du vernis; pour l'encre à écrire, on emploie un mélange d'encre de chine et de gomme arabique. On obtient de bons résultats en employant 10 parties de chlorure de platine sec, 25 parties d'huile de lavande et 30 parties de vernis.

Le chlorure de platine est chauffé dans une capsule en porcelaine jusqu'à ce qu'il soit parfaitement sec, puis on ajoute de l'huile de lavande et l'on fait chauffer le mélange jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs. On ajoute à la masse noire, goudronneuse, ainsi obtenue, du noir de fumée et du vernis par petites portions.

Lorsque l'on brûle le papier imprimé avec cet encre, le sel de platine est réduit à l'état métallique; il reste finalement une croûte brunâtre.

Une autre encre noire incombustible peut se fabriquer en broyant intimement 30 parties de terre d'ombre, 20 parties de bleu d'outremer artificiel et 10 parties de glycérine. On ajoute ensuite 40 parties de silicate de soude dissous et 20 parties d'eau.

Enfin on peut préparer un papier à la fois à l'abri du feu et de l'eau en formant une pâte composée de 66 parties de pâte à papier ordinaire et de 34 parties de pâte d'asbeste mélangée à une solution de sel commun et d'alun.

On fait passer ce mélange dans la machine, puis on plonge le papier obtenu dans un bain de gomme-laque en dissolution dans l'alcool ou dans un autre dissolvant et, après l'avoir envoyé sous les rouleaux finisseurs, on peut le débiter en feuilles.

Le sel et l'alun augmentent la force du papier et lui donnent de la résistance à l'action du feu. La laque le rend imperméable à l'humidité, tout en permettant d'écrire ou de dessiner avec de l'encre ordinaire.

PAPIER IMPERMÉABLE

Un des plus anciens procédés d'imperméabilisation du papier est le suivant :

Pour 100 kilogrammes de pâte à papier, préparée et foulonnée, on fait un lait de chaux composé de 16 kilogrammes de chaux éteinte et d'une quantité d'eau suffisante; on y ajoute 1k,500 de soude caustique. Ce bain étant chauffé à la vapeur, on y plonge la pâte qu'on y laisse pendant quelque temps. D'autre part, on prépare une décoction de 2 kilogrammes de graine de plantain, à laquelle, après l'avoir passée au tamis fin, on ajoute 25 kilogrammes de savon d'huile de palme ou de coco. On prépare avec ce mélange et une quantité d'eau suffisante, un second bain, que l'on divise en deux parties égales. Enfin on prépare un troisième bain en faisant dissoudre dans l'eau chaude 10 kilogrammes de sulfate d'alumine, et l'on divise aussi ce dernier bain en deux parties.

On laisse alors s'écouler l'eau du premier bain, sans pourtant presser la pâte, sur laquelle on verse ensuite la moitié du second bain. On brasse quelque

©BIU Santé

temps, puis on laisse couler l'eau. On remet alors sur la pâte la moitié du troisième bain; on brasse de nouveau, puis, opérant de la même manière que pour les bains précédents, on ajoute encore successivement le reste du second et du troisième bain. Pendant le cours de ces opérations, la matière doit être maintenue à une température élevée à l'aide de la vapeur.

Il se forme ainsi, dans l'intérieur même des fibres textiles, un savon d'alumine insoluble qui a pour effet de rendre le papier imperméable. La pâte ainsi préparée devient propre à fabriquer un papier imperméable.

On a proposé l'emploi de la cire du Japon.

La cire végétale du Japon est dissoute dans 3 parties d'alcool chaud. La fiole dans laquelle se trouve le mélange est placée dans un bain-marie; lorsque la cire est fondue, on ferme le vase et on le secoue jusqu'à complet refroidissement, ce qui fait précipiter la plus grande partie de la cire sous forme d'une poudre blanche très fine.

La liqueur prend alors l'apparence d'un lait épais, et l'on s'en sert pour enduire, avec un pinceau, le papier couvert au préalable d'une couche d'un empois formé de parties égales d'amidon et de glycérine où l'on introduit une quantité convenable de suie ou de tout autre matière colorante.

On frotte ensuite le papier avec une brosse jusqu'à ce qu'il paraisse couvert d'un enduit mince uniforme, brillant et non poisseux. Au besoin on renouvelle cet enduit.

Pour les papiers de tenture, cet enduit présente non seulement l'avantage de les rendre brillants, mais encore d'empêcher certaines couleurs de se passer rapidement.

On sait aussi que si l'on plonge une feuille de papier dans la liqueur cupro-ammoniacale, on rendra le papier complètement imperméable à l'eau.

La compositon suivante peut aussi rendre le papier hydrofuge :

Cire jaune ou blanche	1.000 grammes.
Poix de Bourgogne	60 —
Huile d'arachide	80 —
Sulfate de fer	50 —
Essence de thym	20 —

Enfin on peut encore employer le moyen suivant :

On fait dissoudre 1 kilogramme de colle ordinaire dans 10 litres d'eau et on ajoute 500 grammes d'acide acétique. On ajoute ensuite 700 grammes de chromate acide de potasse dans une petite quantité d'eau. Le liquide est alors versé dans un bassin plat où le papier est passé feuille à feuille.

Les feuilles humides sont étendues et séchées à l'air.

©BIU Santé

CHAPITRE IX

FABRICATION DES PAPIERS PEINTS

GÉNÉRALITÉS. — HISTORIQUE

L'industrie du papier peint n'est pas d'origine fort ancienne; elle nous vient de la Chine où elle s'est en quelque sorte immobilisée dans les procédés primitifs.

Durant la première moitié du XVIII[e] siècle, plusieurs fabriques de papier peint furent établies en Angleterre, mais n'eurent pas tout d'abord beaucoup de succès.

Le papier *velouté* remonte à une époque plus ancienne. Lefrançois, établi à Rouen en 1620, semble être le véritable inventeur de cette espèce de papier décoratif et, dès cette époque, il amena cette industrie spéciale à un point de perfection très avancée.

Quant aux autres tentures en papier, elles n'étaient guère employées jusqu'au milieu du XVIII[e] siècle, que par les paysans et les petits marchands.

Cette industrie fut importée en France vers la fin du règne de Louis XV par deux anglais. Un des premiers fabricants français qui se rendit célèbre par la perfection de sa fabrication fut Réveillon. Dans les décorations qu'il exécutait, la partie la plus difficile et la plus soignée était peinte et faite par des découpages comme les tentures chinoises. Le reste était imprimé à la planche plate, gravée en relief sur bois de poirier. Les compositions, qui étaient très ordinaires, se ressentaient du goût de l'époque.

Cette industrie entra ensuite dans une nouvelle phase au point de vue artistique par l'intervention des Duffour, qui conçurent l'idée de produire de grands tableaux. Les paysages de Psyché, de Télémaque, les Indiens, etc., furent des œuvres remarquables, pour lesquels les meilleurs artistes de l'époque furent mis à contribution.

Sous l'Empire, cette partie de l'art décoratif était mal comprise. Avait-on une grisaille à peindre, on commençait par mélanger du noir et du blanc, et on couchait à plat le dessein avec un ton local nommé vulgairement ton géo-

©BIU Santé

métral, qui, mélangé avec plus ou moins de noir formait les ombres, et avec plus ou moins de blanc formait les clairs. Cette marche était généralement adoptée pour tous les objets coloriés.

Avait-on à faire des fleurs vertes, rouges ou bleues, on faisait comme ton géométral une demi-teinte, la plus éclatante possible, et l'on cherchait à lutter d'éclat pour les ombres et pour les lumières. On ne connaissait pas les tons rompus, ni tous les tons fins produits par les modifications de la lumière.

Les fleurs, les fruits, les ornements et généralement tous les genres étaient peints et touchés de la même manière; les fleurs colorées ressemblaient à des grisailles en plâtre enluminées. Un bouquet se composait-il de diverses couleurs, on faisait quatre ou cinq tons plus ou moins foncés de la couleur de chaque fleur, et l'on peignait ainsi.

Il en résultait que tous ces tons n'étant pas rompus et n'étant pas modifiés par d'autres, produisaient un effet des plus désagréables par la crudité des tons employés.

Aujourd'hui cette pratique est abandonnée; avec moins de couleurs on produit plus d'effets; les tons sont rompus.

Si l'on exécute un groupe de fleurs, au lieu de faire les roses avec des tons roses seulement, les fleurs jaunes avec des jaunes, etc., on rompt la monotonie générale et la crudité en faisant jouer les tons les uns sur les autres; on donne de la légèreté aux roses avec du gris, aux rouges avec des roses, les reflets avec des verts et des jaunes, etc. Il en résulte alors un ensemble général très harmonieux.

Quant à la touche, elle a été également modifiée et perfectionnée. Nous verrons que les modèles pour la fabrication du papier peint sont des espèces de mosaïque où toutes les couleurs sont juxtaposées les unes à côté des autres de façon à constituer l'ensemble général du tableau, qui, si on le voulait, pourrait se découper ton par ton.

Ce sont ces tons, relevés sur un papier verni (par un homme que l'on appelle metteur sur bois), puis décalqués sur des planches en bois et gravées qui forment les planches servant à imprimer les papiers et à reproduire l'œuvre des artistes.

La manière de toucher un modèle exige un grand savoir; elle donne plus ou moins de facilité au metteur sur bois et au graveur, et concourt puissamment à la perfection de l'œuvre.

Les anciens modèles étaient peints et exécutés par un travail de hachure. Pour modeler les objets, ce procédé était mauvais, il nuisait à la perfection. La gravure en était très compliquée et demandait beaucoup trop de soins. On procède aujourd'hui d'une façon plus simple et par larges touches, n'employant les hachures que quand elles sont absolument nécessaires. On arrive ainsi à une grande économie de main-d'œuvre.

Après avoir indiqué les principaux perfectionnements apportés à cette industrie au point de vue artistique, disons quelques mots des progrès industriels proprement dits.

Les Chinois peignaient le papier entièrement à la main. Les premiers fabricants français imprimèrent sur des feuilles de papier les contours du dessin à

©BIU Santé

l'aide de la gravure; le dessin fut ensuite rempli et colorié à la main. Les papiers de tenture étaient alors des estampes enluminées.

Plus tard les feuilles furent entièrement imprimées à l'aide de la planche; les couleurs furent appliquées mécaniquement comme les contours. Plus tard encore, l'invention du papier sans fin permit de substituer à des feuilles carrées, difficiles à raccorder, des rouleaux d'une grande longueur, et l'on couvrit les murailles de lés de papier comme on les couvrait de lés d'étoffes.

Enfin les rouleaux de papier furent eux-mêmes imprimés au cylindre, comme les calicots, avec cette différence que le travail est beaucoup plus simple. La couleur est directement appliquée sans mordants et sans teintures successives réagissant les unes sur les autres. On peut, comme nous le verrons, imprimer jusqu'à vingt-quatre couleurs à la fois.

Dans cette application des couleurs par voie mécanique, c'est la France qui a pris les devants. C'est la manufacture Zuber, à Rixheim, qui la première employa les rouleaux sans fin, l'impression au cylindre de cuivre et l'appareil à faire les rayures.

Aujourd'hui encore, l'industrie du papier peint peut se diviser en deux branches distinctes le travail à la mécanique et le travail à la planche. Il est rare que la machine puisse arriver à la perfection de coloris que présentent les papiers imprimés à la planche, et cela se comprend quand on songe que pour faire un panneau ou un sujet il faut souvent employer 500 ou 600 planches et quelquefois même davantage.

C'est par ces impressions successives, c'est par le nombre aussi grand de ces planches que l'on arrive à fondre les couleurs d'une façon aussi complète, et à obtenir industriellement des effets de coloris pouvant rivaliser souvent avec les meilleures aquarelles.

Dans l'impression à la machine, au contraire, on ne peut pas obtenir jusqu'ici plus de trente couleurs, et il faut qu'elles se superposent encore fraîches les unes sur les autres.

Le travail à la planche donne seul jusqu'à présent le moyen d'obtenir pour les papiers de luxe, ces dégradations de teintes, ce fini d'exécution, et cette harmonie de tous qui sont si remarquables dans les papiers de fabrication française.

Mais il faut dire par contre que, grâce à l'impression mécanique, on a pu produire des papiers à très bas prix, d'où résultent un écoulement plus considérable, une production beaucoup plus grande.

La fabrication du papier peint exige un grand nombre d'opérations successives et le concours d'ouvriers dont voici l'énumération :

Dessinateurs.
Metteurs sur bois.
Graveurs sur bois.
Fonceurs.
Tireurs de fonds.
Imprimeurs.
Tireurs de châssis.
Velouteurs.

©BIU Santé

Doreurs ou doreuses.
Peintres.
Satineurs.
Lisseurs.
Vernisseurs.

Dans le travail à la machine plusieurs des ouvriers précédents sont supprimés.

Quoiqu'il en soit, la fabrication des papiers peints comprend trois opérations principales : le **fonçage**, le **satinage** et l'**impression** proprement dite.

FONÇAGE. — SATINAGE

La première opération que subit le papier est le *fonçage*, qui consiste à établir sur sa surface une teinte plate dont la couleur varie et qui sert de base aux applications ultérieures. Les papiers à fonds blancs sont eux-mêmes foncés. La couleur qui sert à faire cette teinte plate de fonçage est généralement délayée dans de la colle de peau assez claire qui est fabriquée avec de vieux cuirs.

On peut exécuter le fonçage à la main ou mécaniquement.

Dans le premier cas on étale le papier et on le fixe sur une table horizontale longue d'environ 10 mètres. Des ouvriers fonceurs armés de brosses étalent la couleur sur le papier. Ces brosses sont de deux sortes : les brosses carrées maneuvrées par un aide servent à étaler la couleur répandue par le premier ouvrier, puis un troisième ouvrier armé de grandes brosses circulaires à longues soies achève de répartir la teinte d'une manière égale.

Lorsque le fonçage est terminé, des enfants enlèvent rapidement le papier sur un bâton disposé à-angle droit au bout d'une perche et le suspendent sur des perches horizontales disposées dans l'intérieur des ateliers. Il y reste jusqu'à ce que la couche de fond soit parfaitement sèche.

Aujourd'hui le fonçage se fait plus généralement à la machine.

La machine employée le plus ordinairement se compose d'une table à l'arrière de laquelle se trouve disposée horizontalement une forte bobine pouvant renfermer environ 900 mètres de papier, figure 136.

Le papier se déroule mécaniquement et reçoit la couleur de deux manières différentes. Tantôt, avant de s'étaler sur la table, il est présenté au contact d'un drap sans fin qui, tournant sur deux rouleaux animés d'un mouvement de rotation continu, passe dans une auge remplie de couleur. Tantôt en arrivant sur la table, la feuille glisse sous une boîte verticale N remplie de couleur, ayant à sa base une fente longitudinale laissant écouler la couleur sans intermittence.

Quand la feuille est imprégnée de couleur on l'engage sur la table où des brosses horizontales animées d'un mouvement de va-et-vient dans le sens de la largeur du papier répartissent et égalisent à sa surface la couche de couleur.

En quittant la table de fonçage la feuille de papier glisse sur un rouleau puis est prise par des baguettes plates *m* qui la soutiennent et qui par l'intermédiaire d'une courroie sans fin la conduisent sur un système de cordes horizontales

©BIU Santé

sans fin que l'on voit en O disposées dans toute la longueur de l'atelier près du plafond.

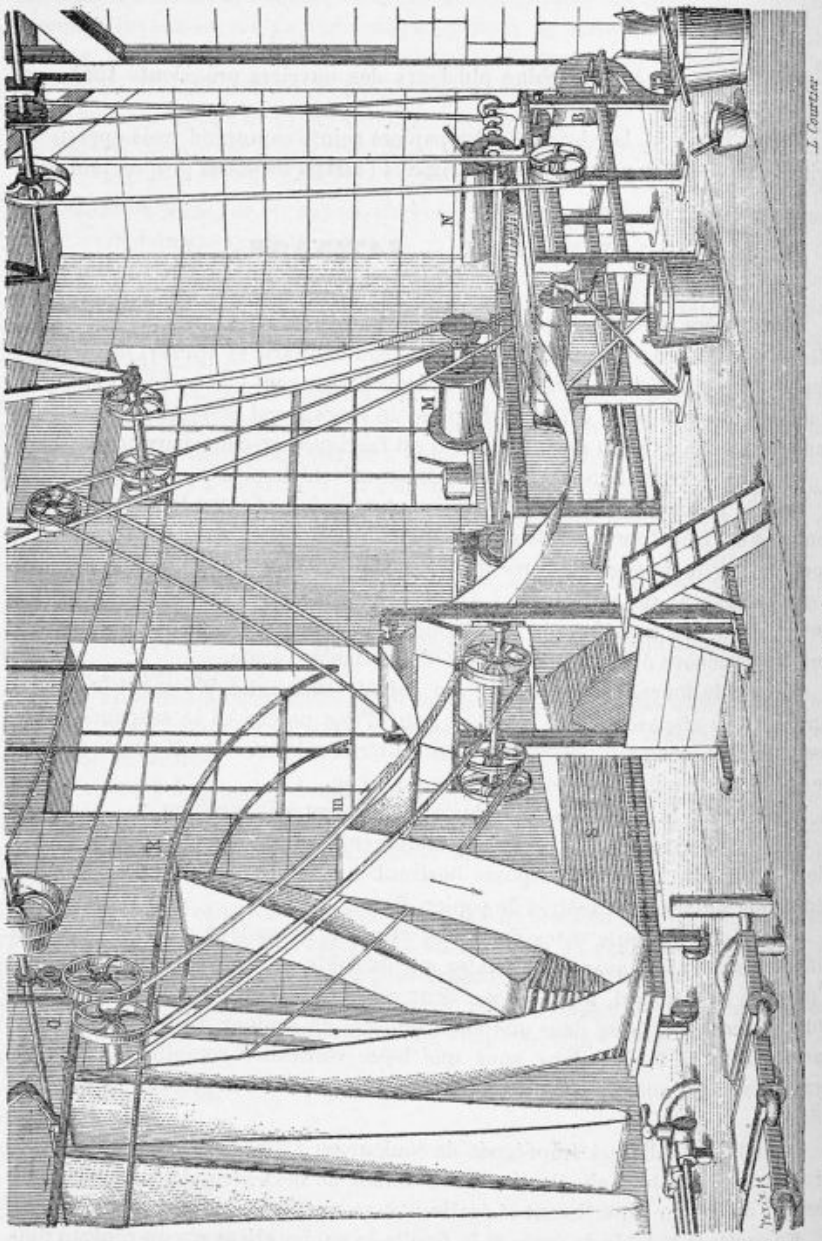


Fig. 136.

Sur le plancher circulent des tuyaux chauffés à la vapeur. Le papier se trouve ainsi disposé en spirales qui pendent verticalement.

©BIU Santé

Le mouvement des cordes fait progresser les baguettes et par suite, le papier s'avance lentement en se séchant par l'action des tubes chauffés.

Arrivées à l'extrémité de l'atelier les baguettes sont prises par un mécanisme, tournent, décrivent une demi-circonférence et conduisent le papier sur un second système de cordes marchant en sens inverse et qui ramènent la feuille en S. A la fin de cette course qui dure environ une heure la feuille est sèche ; elle est alors roulée à l'aide d'une autre machine M.

Lorsqu'il s'agit de papiers d'un prix élevé le fonçage exige plusieurs couches. Les papiers dont le fond doit être satiné passent au satinage en sortant du fonçage.

Cette opération se pratiquait autrefois à la main, aujourd'hui elle se fait mécaniquement.

Le satinage à la main se pratiquait comme il suit :

Le papier est d'abord foncé avec une colle contenant des substances capables de prendre le poli par le frottement. L'ouvrier placé devant un marbre où il étale le papier, saupoudre la surface de ce dernier avec du talc, puis avec une brosse il frotte énergiquement la feuille en donnant à la brosse un mouvement oscillatoire d'arrière en avant et d'avant en arrière. La partie de la feuille qui se trouve sur le marbre se polit peu à peu et prend l'aspect satiné.

Lorsque l'on veut satiner mécaniquement on déroule la feuille et on la fait passer au-dessus d'un drap sans fin, humide, qui l'humecte un peu, puis au dessous d'un tamis percé de trous.

Cet appareil contenant du talc tourne autour d'un axe horizontal; le talc tombe sur la feuille et s'y fixe. La feuille vient ensuite se présenter devant un certain nombre de brosses cylindriques horizontales tournant très rapidement; la poussière de talc est alors également répartie et le satinage se produit.

Au sortir de la machine on enroule mécaniquement le papier et l'on reforme une bobine semblable à la première.

IMPRESSION

L'impression des couleurs sur le papier se fait à la main où à la machine.

Dans le premier cas l'imprimeur emploie des planches en bois sur lesquelles sont gravées en relief les dessins qu'il s'agit de reproduire.

L'imprimeur se place en face d'une table au-dessus et derrière laquelle se trouve une traverse horizontale portée par deux montants verticaux fixés au plafond de l'atelier.

Le papier est étalé sur la table et fixé par une baguette placée à la droite de l'ouvrier. Un châssis qui se trouve près de lui, a son fond garni d'une bande de drap sur laquelle la couleur est étalée par un apprenti. L'ouvrier imprimeur s'assure que la couche de couleur a été bien répartie sur le drap, puis y applique la planche dont les saillies se chargent de couleur; enfin il la pose sur le papier.

Lorsque le dessin comporte plusieurs couleurs variées, on doit les imprimer successivement en laissant bien sécher la feuille entre chaque application. On voit donc que l'impression à la main exige beaucoup de soins et d'habileté de la part de l'ouvrier.

©BIU Santé

Dans l'impression mécanique on emploie des machines mues à la main ou par la vapeur.

Cette impression au rouleau est due à Zuber qui l'a introduite à Mulhouse en 1827. Cet industriel a de plus imaginé l'auge à compartiments remplis de couleurs parfaitement dégradées qui permettent d'exécuter les teintes droites ou courbes, fondues insensiblement les unes dans les autres et que l'on obtenait seulement auparavant par l'application successive de couleurs au pinceau ou de teintes plates superposées.

Dès 1840, Zuber arrivait à imprimer au rouleau et pour ainsi dire au sortir des cuves de fabrication, des papiers recouverts sur les deux faces d'un dessin microscopique en encre délébile qui furent à cet époque très employés pour les papiers de sûreté.

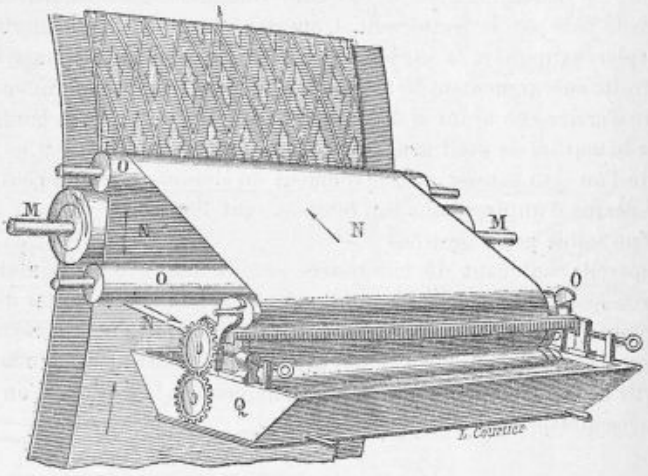


Fig. 137.

Quoiqu'il en soit ces machines comprennent des cylindres tournant autour d'un axe horizontal de façon à entraîner entre eux la feuille de papier. L'un de ces cylindres MM, figure 137, porte à sa surface des dessins en relief; c'est le rouleau imprimeur. L'autre, garni de molleton, sert à appuyer la feuille de papier sur le rouleau imprimeur. Ce dernier est à chaque instant chargé de couleur par un drap sans fin NN mis en mouvement par les rouleaux OO et passant dans le réservoir à couleur Q.

Si le dessin que l'on veut reproduire sur le papier comprend six couleurs, la machine aura six paires de rouleaux qui imprimeront chacune une couleur séparée.

Le réglage de la machine ou *rentrure* est une opération difficile. Elle consiste à disposer tous les rouleaux de façon que chacun d'eux vienne bien déposer la couleur à la place fixée à l'avance. Ce réglage est assez long.

L'ensemble d'une de ces machines est représenté figures 138, 139, 140, 141.

©BIU Santé

M M est le bâti de la machine. N est le cylindre de pression garni de molleton sur lequel passe le papier O après avoir été imprimé.

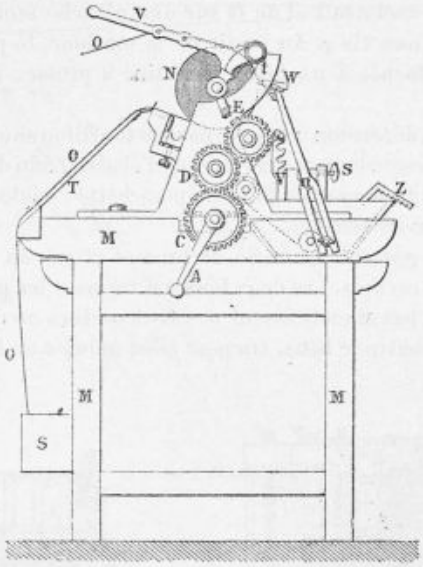


Fig. 138.

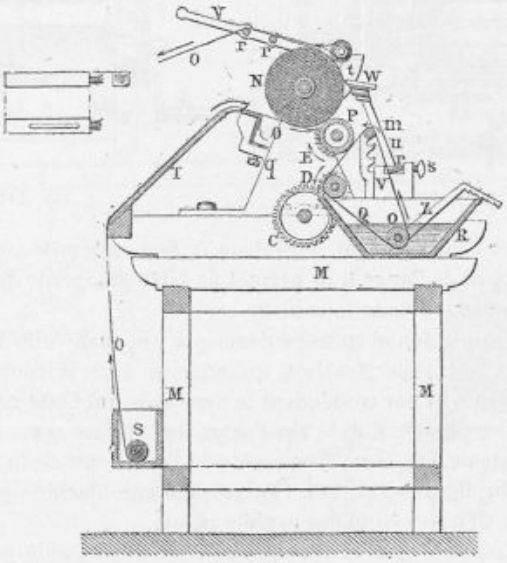


Fig. 139.

P est le rouleau gravé qui reçoit la couleur dont est chargé un drap sans fin Q tendu par les rouleaux *m*, *n*, *o*. Il plonge dans la couleur que contient l'auge R.

©BIU Santé

Ce rouleau imprime la couleur sur le papier au fur et à mesure de son passage sous le cylindre N.

Le papier est placé dans une auge S d'où il se développe successivement pour passer sur une table inclinée T et de là sur une planche mobile *p* dont la position est réglée par une vis *q*. Au sortir de la machine, le papier est reçu par deux rouleaux *rr* attachés à un levier U destiné à presser le cylindre N sur le rouleau gravé P.

L'un des rouleaux de tension *m* repose par son tourillon sur un montant V muni de crans, au moyen desquels on peut le lever ou l'abaisser afin d'opérer une tension plus ou moins forte du drap sans fin. Une planchette *r* réglée par une vis *s* contribue à augmenter cette tension.

W est un châssis portant une série de brosses *t t* qui, en appuyant contre le papier y tracent des rayures. Les deux bras *u u* formant les montants du châssis sont fourchus par le bas et embrassent des vis à oreilles *v v* destinées à les faire appuyer fortement contre le bâtis. On peut ainsi monter ou baisser à volonté ce châssis.

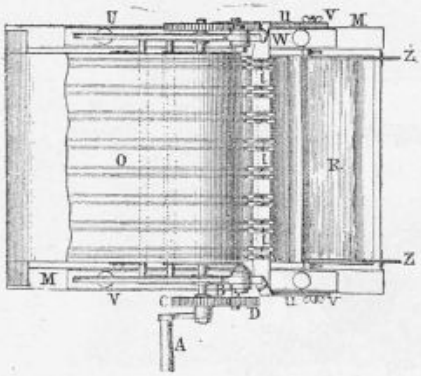


Fig. 140.

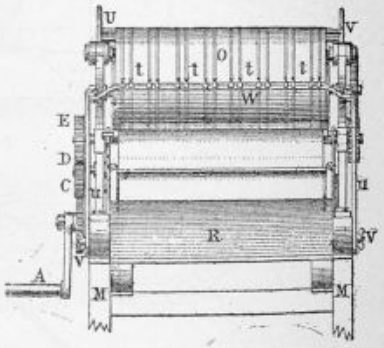


Fig 141.

Z est un levier coudé portant le rouleau O. Son extrémité entaillée de crans, s'appuie sur le bord de l'auge R et permet de faire plonger le drap sans fin plus ou moins profondément dans la couleur.

Le mouvement est donné au mécanisme par une manivelle A montée sur un arbre B portant une roue dentée C qui engrène avec la roue D, laquelle fait tourner le rouleau *n* et par conséquent le drap sans fin. Cette roue D commande une troisième roue dentée E fixée sur l'arbre du cylindre gravé P.

Le même système d'engrenage se répète de l'autre côté de la machine.

Nous donnons figures 142, 143, 144, 145, 146 une machine plus récente destinée également à l'impression des papiers peints.

Le papier rassemblé sous forme d'un rouleau *m* est guidé par les rouleaux, *n*, *o*, *p*, avant de passer sur un rouleau feutré, *q* puis de là sur le rouleau imprimeur *r*.

La couleur est placée dans le réservoir *s*, et le papier passe sur le rouleau *t* tandis que la couleur se trouve également distribuée sur sa surface.

©BIU Santé

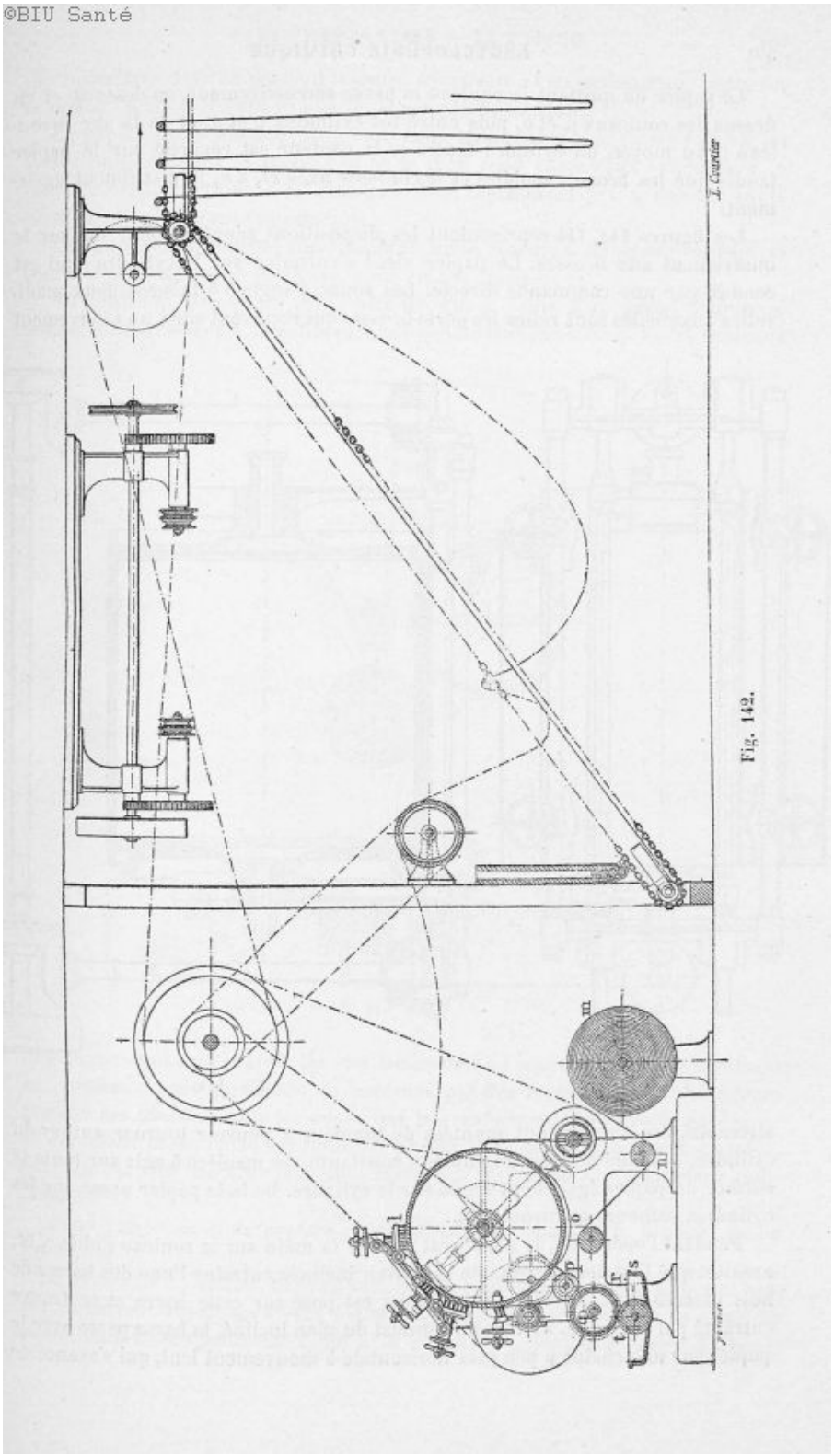


Fig. 142.

©BIU Santé

Le papier en quittant le rouleau *m* passe successivement, en dessous et en dessus des rouleaux *n* et *o*, puis entre les cylindres *p* et *q*, et de là sur le rouleau *t*. Au moyen du cylindre feutré *q*, la couleur est répartie sur le papier tandis que les brosses mobiles et les brosses fixes *l l*, *k k*, la distribuent également.

Les figures 143, 144 représentent les dispositions adoptées pour donner le mouvement aux brosses. Le papier vient s'enrouler sur le cylindre *t* qui est conduit par une commande directe. Les roues d'angle *b b* mènent deux manivelles auxquelles sont reliés les porte-brosses qui reçoivent ainsi un mouvement

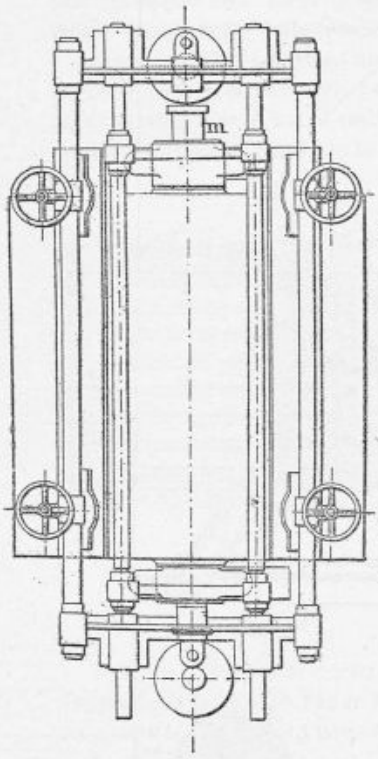


Fig. 143.

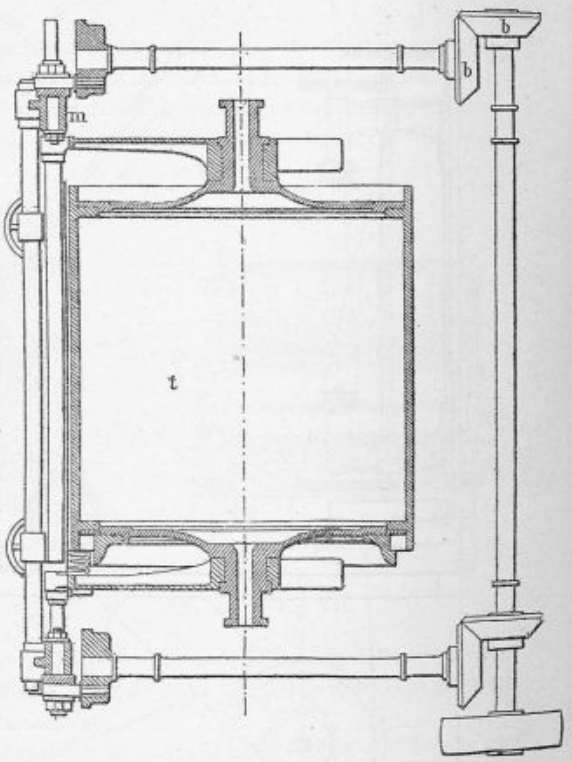


Fig. 144.

alternatif. Ces brosses sont montées de manière à pouvoir tourner autour du cylindre, et à une distance maintenue constante, de manière à agir sur toute la surface du papier également tendu sur le cylindre. De là le papier passe sur les cylindres sécheurs et enrouleurs.

Pendant l'opération, le papier est placé à la main sur le rouleau guide *c*, et, aussitôt que l'un des tasseaux de la chaîne inclinée entraîne l'une des barres de bois placées dans la caisse *d*, le papier est posé sur cette barre et se trouve entraîné par la chaîne. Arrivée au sommet du plan incliné, la barre passe avec le papier sur une chaîne à peu près horizontale à mouvement lent, qui s'avance de

©BIU Santé

15 centimètres environ pendant le temps nécessaire à l'ascension d'une barre sur la chaîne inclinée. Il s'ensuit que le papier pend en festons.

Le papier passe ensuite dans l'appareil lamineur de la figure 145 où les barres tombent dans la caisse *p* et de là il se rend entre deux cylindres, *e*, *f*, jusqu'au dernier cylindre où il s'enroule aussi rapidement qu'il se déroule sur le premier cylindre avant l'impression.

La figure 147 représente une machine toute récente à imprimer les papiers peints avec vingt-quatre couleurs, pour grands dessins.

Au centre se trouve un gros cylindre qui à l'aide d'un grand engrenage donne le mouvement à 24 petits pignons conduisant eux-mêmes les 24 rouleaux

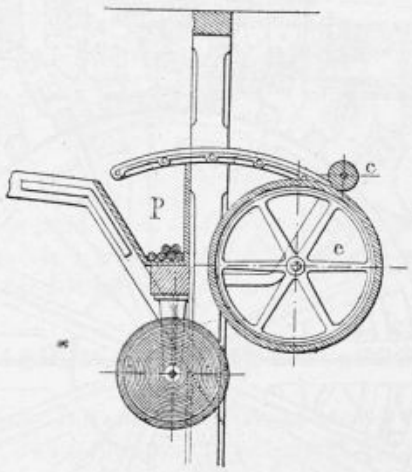


Fig. 145.



Fig. 146.

imprimeurs qui sont gravés. On voit facilement à l'aspect de la figure comment ces rouleaux sont alimentés de couleurs par des feutres venant eux-mêmes prendre ces couleurs dans les auges qui les renferment. La pièce de papier, en se déroulant passe entre les rouleaux gravés et le cylindre qui sert de table, puis elle est pliée mécaniquement et portée sur des baguettes d'un séchoir automobile.

Pour l'impression de papiers rayés on emploie souvent le procédé dit au *tire-ligne*.

Le réservoir à couleur, dans ce cas, est une boîte triangulaire A, figure 148, percée suivant une de ses arêtes d'autant de trous qu'il doit y avoir de raies. La boîte, dont la longueur est égale à la largeur du papier, contient d'ailleurs

©BIU Santé

des compartiments remplis de différentes couleurs, et repose par son arête percée de trous sur une table ayant environ 10 mètres de longueur.

Supposons qu'entre cette arête et la table nous fassions glisser la feuille de

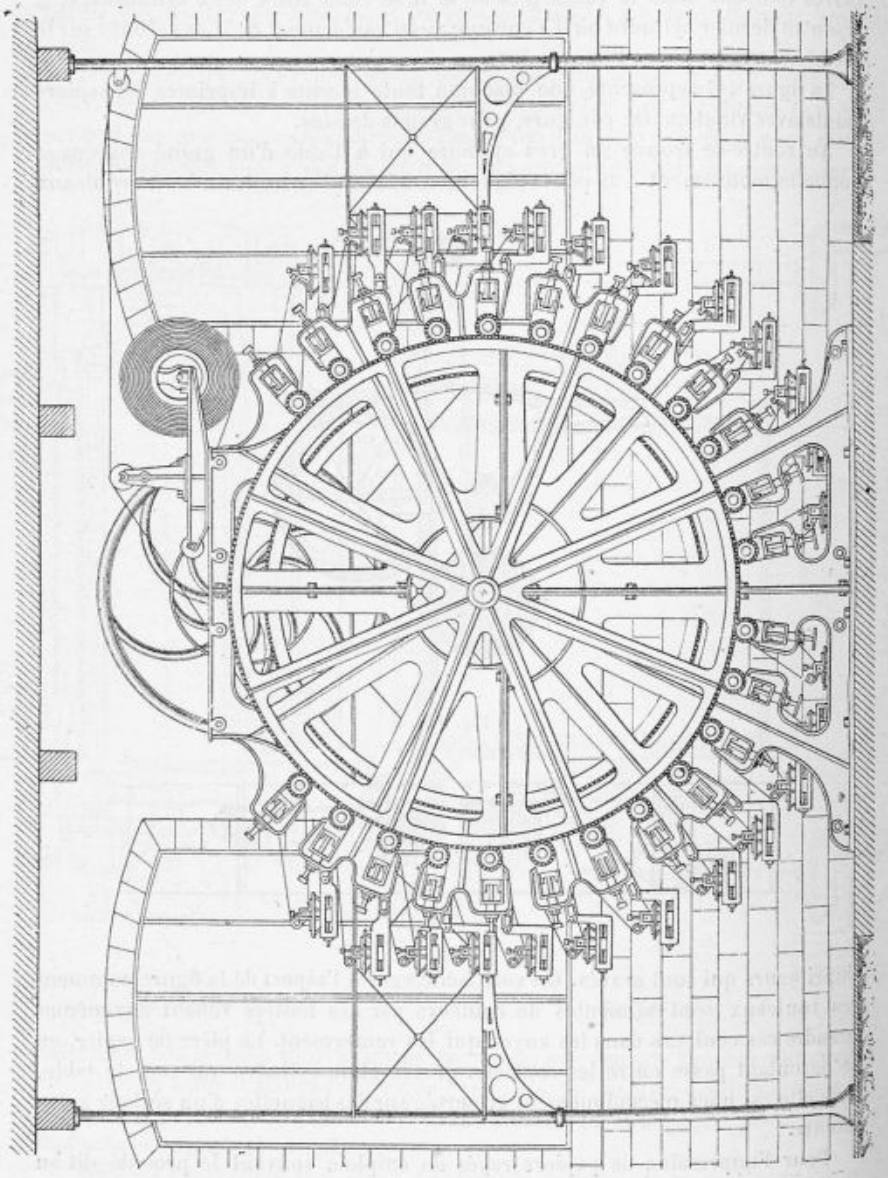


Fig. 147.

papier, chaque trou laissera de la couleur et toutes les raies seront imprimées à la fois sur la largeur

Le rouleau de papier à imprimer est disposé en B, à l'extrémité de la table

©BIU Santé

et derrière la boîte. Dès que son extrémité a été engagée sous la boîte on la saisit, et suivant sa largeur entre deux baguettes de bois C qui forment pince et auxquelles est attachée une corde *m* qui passe sur une poulie de renvoi située à

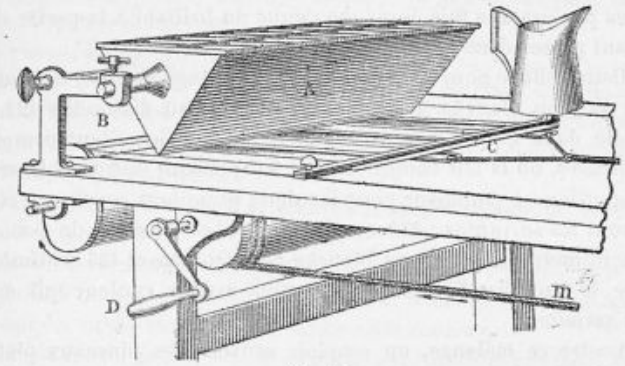


Fig. 148.

l'autre extrémité de la table. Il est évident qu'en enroulant cette corde sur le cylindre que fait mouvoir la manivelle D, on fera progresser la feuille de papier qui se déroulera au fur et à mesure.

PAPIERS VELOUTÉS OU DORÉS

Les papiers veloutés sont obtenus en faisant adhérer de la laine en poudre sur le papier enduit d'huile siccative. Ils présentent des effets très variés, suivant qu'ils sont glacés, brossés ou frappés sur carton.

Plusieurs couleurs peuvent être mises successivement sur le même fond qui peut aussi recevoir des dorures; on arrive ainsi, à des effets très riches imitant les étoffes et les broderies en couleur. C'est ainsi que sur un même rouleau de papier on peut appliquer jusqu'à soixante laines différentes.

On peut arriver aussi à produire des tons différents en inclinant la laine dont on saupoudre le papier tantôt dans un sens, tantôt dans un autre.

Pour cela, on passe légèrement une brosse sur la poudre de laine quand elle n'est pas encore bien adhérente.

Il faut que le mordant ordinaire ne soit pas complètement sec, sans quoi on ne pourrait pas coucher les filaments secs et courts de la laine. Il ne faut pas non plus que l'opération se fasse trop tôt, sans quoi la laine se détacherait. Après cette première couche, on en applique une deuxième en inclinant dans un autre sens.

Si au lieu d'incliner tous les filaments d'une même couche dans une même direction, on n'en incline qu'une partie, on obtiendra deux nuances, à savoir une nuance claire dans la partie inclinée et un effet mat dans celle qui est restée droite. Ces effets peuvent être excessivement variés.

Pour les papiers à reflets métalliques, dorés ou argentés, l'impression se fait de la même manière, mais la couleur employée est composée d'une façon spéciale.

©BIU Santé

On fait usage d'un vernis siccatif à l'huile de lin que l'on imprime et que l'on saupoudre de poudre d'or. Cette poudre se fixe seulement sur les parties imprimées et se détache facilement de celles qui ne le sont pas.

Pour les impressions plus fines, plus luxueuses, on emploie de l'or en feuilles. Les papiers une fois dorés, on donne du brillant à la partie métallique en les faisant passer dans une machine à cylindrer.

Le meilleur collage pour la dorure est un mélange de colle de peau de lapin et de colle de peau blanche. Pour le préparer, on fait dissoudre 125 grammes de cette colle dans 1 litre d'eau chaude. La dissolution étant complète après plusieurs heures, on la fait bouillir à petit feu pendant une demi-heure.

Les proportions à employer pour les deux premières couches à étendre sur le papier sont les suivantes : 250 centimètres cubes de colle de peau de lapin pour 500 centimètres cubes d'eau blanche ou encollage et 125 centimètres cubes d'eau claire, le tout chauffé ensemble et mêlé avec la couleur qui doit former le *fond* ou *assiette*.

Pour étendre ce mélange, on emploie souvent des pinceaux plats en poil de sanglier. On a soin de couvrir toutes les places et de donner trois couches de colle assez limpide. A la dernière couche, on ajoute 250 centimètres cubes d'eau.

Le papier étant ainsi collé, on l'étend sur des cordes; quand il est sec, on le met sous presse. L'or dit *fort* s'applique généralement sur du papier *grand raisin vélin* bien collé. Il se fait double du format de l'or mince et sert à gaufrer.

Pour appliquer l'or sur le papier, la feuille d'*assiette* ayant été pressée et brossée, on l'étend sur un marbre bien uni, et disposé en pupitre; on la mouille ensuite des deux côtés à l'aide d'une brosse douce avec une dissolution comprenant 250 centimètres cubes de colle de parchemin additionnée de 2 litres 1/2 d'eau chaude bien pure.

Lorsque la feuille de papier couverte d'or est sèche, on procède au brunissage. Pour cette opération, on étend la feuille sur une planche bien unie en poirier sec et sans gerçures, puis on la lisse à l'aide d'un brunissoir. Lorsque l'or est trop sec et dur, on facilite l'action du brunissoir au moyen d'un tampon en drap fin frotté de cire vierge.

Quant au gaufrage des papiers dorés ou argentés, on l'exécute à l'aide de laminoirs dont un des cylindres est gravé, tandis que l'autre est recouvert d'une bande de cuir.

EMPLOI DES COULEURS

Nous ne dirons que peu de mots de ce point spécial de la fabrication des papiers peints, ce sujet ayant été traité avec détails dans un autre mémoire de l'*Encyclopédie chimique*. Nous rappellerons seulement que :

Pour les *blancs*, on emploie généralement la céruse, le blanc de zinc, le blanc d'Espagne ou la craie.

Pour le *noir*, les noirs d'os, le charbon.

Pour le *violet*, les extraits de bois de campêche.

©BIU Santé

Pour les *bleus*, le bleu de Prusse, le sulfate de cuivre, les cendres bleues.

Pour les *verts*, les cendres vertes, le vert de Schweinfurt, et lorsqu'il y a danger pour la santé, les verts de chrome.

Pour les *jaunes*, les couleurs préparées avec la gaude, la graine d'Avignon, le chromate de potasse, les ocres.

Pour le *rouge*, les extraits de bois du Brésil.

Enfin, depuis un certain nombre d'années, on emploie en Allemagne des couleurs cristallines de mica, que leur bas prix et leurs nombreuses applications rendent intéressantes. Ces couleurs existent en toutes nuances et se prêtent facilement à l'ornementation des papiers.

Pour les fixer, on emploie soit le vernis à velouter additionné de vernis gras, soit de la colle glycérinée.

Quel que soit le fixateur employé, la poudre de brocart n'est appliquée sur cette composition qu'après le mélange de celle-ci avec une couleur analogue à celle de la poudre et devant faire le fond de cette couleur.

Le papier est foncé, puis si l'on a employé pour fixer la couleur, de la colle glycérinée, on verse la poudre de brocart sur cette couche à l'aide d'un tamis très fin, sur une épaisseur de 1/4 de millimètre au plus et on laisse ainsi reposer pendant un quart d'heure. Le papier passe ensuite sous un cylindre, et l'excédent de poudre qui ne s'est pas fixé est éliminé après le séchage de la feuille, par une brosse douce que l'on fait passer sur la couche. S'il y a lieu, le papier est ensuite gaufré.

Si la poudre cristalline doit être fixée au moyen du vernis à velouter, on laisse reposer le papier pendant trois ou quatre heures après le fonçage pour donner à ce vernis le temps de devenir gluant et à moitié sec. La poudre est ensuite appliquée au moyen d'un tamis; une heure après la feuille est passée au cylindre et l'excédent de poudre est éliminé.

Les substances colorantes à mélanger avec le fixateur sont les suivantes :

COULEUR A OBTENIR	POUR LE VERNIS A VELOUTER
Argent.	Blanc de céruse.
Bleu clair.	Outremer mélangé avec un peu de blanc de céruse.
Bleu foncé.	Bleu de Paris à sec.
Violet.	Fuchsine dissoute à l'alcool.
Bleu violet.	Id.
Carmin.	Id.
Rouge foncé et cuivré.	Fuchsine et curcuma à l'alcool.
Rose.	Fuchsine à l'alcool très faible.
Brun clair.	Extrait de santal à l'alcool.
Brun foncé.	Extrait de santal avec noir de fumée.
Or.	Jaune de chrome.
Vert d'eau et vert foncé.	Jaune de chrome et bleu de Paris suivant la nuance à obtenir.
Noir.	Noir de fumée.
Bleu et gris d'acier.	Noir de fumée et blanc de céruse.

PAPIER FEUTRE JAPONAIS

Ce nouveau produit est fabriqué dans le but de remplacer plus ou moins avantageusement les cretonnes imprimées. En réalité, ce n'est qu'un papier

©BIU Santé

peint. La pâte du papier est peut-être un peu plus longue, ce qui donne au produit fabriqué plus de souplesse et de résistance. Le papier est ensuite imperméabilisé, puis rendu ininflammable.

Pour sa fabrication, on emploie des matières végétales et animales. Les premières comprennent tous les filaments végétaux connus; les secondes sont principalement les peaux, les boyaux, la soie, la laine et le sang.

La fabrication n'a rien de particulier, c'est celle du papier en général. La pâte est lessivée par le mélange suivant :

	POUR 100 KILOG. de pâte.
Lait de chaux	200 litres.
Sulfate de soude	3 kilogrammes.
Potasse d'Amérique	2 —
Savon commun	3 —
Huile de lin	1 —
Sulfate d'ammoniaque	1 —

Une fois décolorées, ces pâtes végétales sont, ou non, mélangées avec des matières animales réduites par des marteaux ou des cylindres. Si le papier doit avoir un fond coloré, les pâtes sont mélangées avec les couleurs nécessaires.

Le papier est ensuite imperméabilisé par une dissolution de sulfate de cuivre ou par de l'huile de lin grasse et par de la résine savonneuse que l'on introduit dans la pâte.

L'ininflammabilité s'obtient avec un mélange de phosphate d'ammoniaque et d'alun ou de sulfate de soude, d'alun et de chromate acide de potasse.

La pâte est enfin convertie en papier plus ou moins épais, puis ce dernier satiné, gaufré et imprimé selon sa destination.

TENTURES EN BOIS

Depuis un certain nombre d'années, surtout aux États-Unis, on a cherché à remplacer les papiers peints par des tentures en bois. Le bois scié en lames très minces peut, en effet, être appliqué sur les murailles et sur les plafonds et former ainsi des panneaux décoratifs.

Les bois employés sont de diverses essences plus ou moins précieuses, telles que le chêne blanc, le frêne brun ou blanc, le merisier, le cœur de noyer, le bouleau, l'érable, l'acajou, etc...

On commence par immerger les billes de bois dans l'eau pour les ramollir; puis, au bout d'un certain temps, on les soumet à l'action de la vapeur, et finalement on les scie en feuilles ayant un dixième de millimètre d'épaisseur. Au lieu de coller directement ces feuilles sur les murs, il est préférable d'interposer de la toile ou du papier de Manille. Cette opération se fait au moyen d'une machine qui déroule le papier, le colle et le fixe sur le bois. Des rouleaux compresseurs rendent l'adhérence absolument parfaite. On colle ensuite les feuilles sur la muraille comme on le ferait pour du papier peint ordinaire.

Les avantages principaux que présentent les tentures en bois sont les suivants : les changements de température, l'humidité, la sécheresse n'exercent aucun effet sur elles. On peut les laver. Ces tentures, d'ailleurs, sont plus solides et souvent moins coûteuses que les papiers peints.

©BIU Santé

CHAPITRE X

FABRICATION DU CARTON

Le carton s'obtient en général soit par la superposition de plusieurs feuilles de papier qui finalement ne forment plus qu'une seule matière, soit par l'union d'une certaine quantité de pâte à papier avec des dissolutions de gélatine, de ciment, d'argile, de craie, etc... Les premiers sont dits *cartons de collage*, les seconds *cartons de moulage*.

Les cartons de collage se subdivisent en :

Cartons blancs superfins.

Cartons blancs mi-fins.

Cartons colorés.

Cartons communs ou cartons gris.

Cartons à lisser, filigranés.

Cartons de paille ou de bois.

Cartons diversement teintés.

Le carton de collage s'obtient en collant les unes sur les autres plusieurs feuilles de papier, suivant l'épaisseur et la force de résistance que l'on veut obtenir.

On n'emploie que des feuilles blanches, si l'on veut fabriquer des cartons de premier choix pour plans, dessins, cartes de visite, etc... Dans le cas contraire, on place au milieu, des feuilles brunes ou grises, dites *papier de ventre*.

Les feuilles ainsi collées sont soumises en masse à l'action progressive de la presse, au fur et à mesure que la colle sèche. On enlève alors les bavures, on porte les feuilles à l'*étendoir* et lorsqu'elles sont sèches, on les remet en presse pour les rendre parfaitement planes. Les feuilles sont ensuite passées au laminoir entre deux plaques de zinc, et le carton est terminé.

Quand on veut le glacer et le lustrer, on étend de chaque côté un peu de savon, et l'on frotte à la main ou à la machine avec une pierre appelée *lissoir*.

Le carton anglais, connu sous le nom de *bristol*, n'est, qu'elle que soit son épaisseur, qu'une feuille de papier faite à la cuve avec les plus belles espèces de chiffons, auxquelles on ajoute une proportion assez considérable de kaolin.

©BIU Santé

Le *bristol français* n'est autre qu'un carton de collage de feuilles blanches laminées avec soin.

CARTON PAILLE

Le carton paille, dont la consommation s'est beaucoup développée dans ces dernières années, grâce à son bon marché, est très compacte. Les filaments que la paille conserve, même après avoir été réduite en pâte, forment naturellement lien entre eux, puisqu'ils se trouvent répartis dans toute l'épaisseur de la feuille.

On emploie ordinairement dans cette fabrication de la paille de blé mélangée avec de la paille d'avoine ; cette dernière dans le rapport d'un tiers environ.

Après avoir mis cette paille dans des cuves en bois où l'on a introduit 1 p. 100 de chaux naturelle délayée dans de l'eau, on soumet ce mélange à l'action de la vapeur sous une pression de 2 à 3 atmosphères pendant dix-huit heures environ.

On reconnaît que la paille est assez cuite, lorsque l'on peut casser les tiges à la main et sans effort. La paille est alors soumise à l'action des piles broyeuses pendant une heure environ, jusqu'à ce que la pâte soit parfaite Les ouvriers cartonniers la placent ensuite dans des formes de dimensions spéciales. La pâte est alors comprimée, puis placée sur une planchette entre deux feuilles de feutre; un certain nombre de ces planchettes sont enfin pressées à la presse hydraulique qui enlève l'excès d'eau.

Les feuilles de carton ainsi préparées sont assez solides pour pouvoir être accrochées par des fils de cuivre, et transportées dans un séchoir. Finalement le carton est poli au laminoir.

CARTON CUIR

On fabrique depuis assez longtemps, au moyen d'un mélange de cuir broyé et de matières textiles résistantes, telles que vieilles cordes, déchets de jute, des cuirs factices ou carton cuir employé dans la cordonnerie commune pour les semelles intérieures, les contreforts et les talons. Tous ces cartons ont le défaut d'absorber l'eau, de se gonfler et souvent de s'exfolier.

Pour remédier à ces inconvénients, on peut imprégner ces cartons cuirs, quel qu'en soit le mode de fabrication, d'une huile siccative pouvant durcir en un court espace de temps.

Les cartons destinés à être imperméabilisés doivent être d'une teinte aussi claire que possible, parce que les huiles employées en foncent considérablement la nuance.

Le liquide employé est une huile siccative à laquelle on ajoute des résines solubles, puis on ajoute à la pâte de carton cuir une petite quantité de minium comme siccatif.

En outre, on encolle la pâte avec du savon résineux de soude et de l'alun, dans le cas où l'on veut obtenir une imperméabilité exceptionnelle.

©BIU Santé

CARTONS DE MOULAGE

Pour préparer le carton de moulage, on se sert de vieux papiers, de chiffons grossiers, de bouts de cordages, de rognures de laine, de débris de carton, et enfin de tous les rebuts de papeterie que l'on fait pourrir afin de les débarrasser des matières étrangères. On broie ensuite la pâte à l'aide de meules verticales tournant dans une auge. La pâte ainsi préparée est mise en feuilles.

On obtient encore une autre espèce de carton en collant sur chacune des faces d'une feuille de carton de moulage une feuille de papier blanc, ce qui la rend plus propre et moins cassante.

Le *carton pierre*, employé souvent dans certains moulages, est formé avec de la pâte à papier, une dissolution de gélatine, du ciment, de l'argile et de la craie.

CARTON BITUMÉ OU GOUDRONNÉ

Le carton bitumé remplace souvent avec avantage les tuiles, l'ardoise ou le zinc, surtout lorsqu'il s'agit de couvertures légères ou provisoires.

Ce carton, qui résiste également au froid et à la chaleur, est composé d'une espèce de feutre de laine recouvert d'un seul côté ou des deux côtés à la fois, par une composition dont la base est le brai de goudron de houille. Appliquée à chaud, cette matière s'incorpore au carton et le transforme en une sorte de cuir que l'on sable ensuite en le passant au laminoir.

©BIU Santé



©BIU Santé

TITRE IV

DONNÉES GÉNÉRALES RELATIVES A LA FABRICATION DU PAPIER — ESSAIS DES MATIÈRES PREMIÈRES ET DES PRODUITS DE LA FABRICATION DU PAPIER — STATISTIQUE

CHAPITRE XI

GÉNÉRATEURS DE VAPEUR — FORCE MOTRICE

GÉNÉRATEURS DE VAPEUR

Comme on a pu le voir par la lecture de ce qui précède, la question de la production de vapeur est très importante pour une fabrique de papier. Nous donnons ci-après comme exemples divers types de générateurs qui peuvent être employés; mais quel que soit le système adopté, les conseils pratiques suivants seront utiles à suivre dans la conduite de ces générateurs.

Mise en pression. — On devra chauffer graduellement la chaudière, et si l'eau est froide ne pas employer moins de six heures pour cette mise en pression, excepté dans certains cas d'emploi de chaudières tubulaires. En général, on devra allumer les feux le soir. Rien ne détériore plus rapidement un générateur qu'une mise en pression trop précipitée; les tubes sont déformés, les tôles des extrémités fatiguées.

Chauffage. — On doit alimenter régulièrement. Après avoir alimenté, on ouvrira l'entrée d'air de la porte pendant quelques minutes. La grille doit être maintenue couverte et le feu doit être aussi épais que le permet la nature du charbon.

©BIU Santé

Si le charbon s'agglomère, on ne doit pas le remuer avec un râteau, mais introduire un grattoir au-dessus de la grille et briser doucement la masse incandescente.

Nettoyage des foyers. — On doit nettoyer le foyer aussi souvent que la couche de mâchefer le rend nécessaire. On ne doit pas procéder devant la chaudière à la séparation des mâchefers d'avec les cendres, car on risque ainsi de corroder la chaudière à la partie inférieure de l'enveloppe.

Alimentation. — La soupape de sûreté doit être disposée de façon à produire une alimentation continue et régulière.

Il n'y a aucune économie à maintenir une grande profondeur d'eau au-dessus des foyers, parce que l'on réduit ainsi la chambre de vapeur et que la vapeur est plus sujette à entraîner de l'eau.

Il n'y a pas non plus d'économie à maintenir la couche d'eau trop mince.

Tubes indicateurs et flotteurs. — On doit faire marcher le robinet d'essai de l'indicateur toutes les heures, aussi bien que le robinet de la branche inférieure et celui de la branche supérieure, deux fois par jour. Ces robinets doivent être essayés plus fréquemment lorsque l'eau dépose, et chaque fois que le mouvement de l'eau dans le tube se ralentit. Si l'un des conduits s'obstrue, on doit le nettoyer avec un fil de fer.

On doit faire monter et descendre les flotteurs à la main, trois ou quatre fois par jour, afin de voir s'ils se meuvent librement.

On doit avoir le soin de parfaitement essuyer les tubes indicateurs et les flotteurs tous les matins, avant de mettre en pression. On croit, en effet, quelquefois, que les tubes sont remplis d'eau, tandis qu'en réalité ils sont vides; des explosions ont été plusieurs fois dues à ce manque de surveillance.

Robinets purgeurs et à écumes. — Le robinet de vidange doit être ouvert le matin avant la mise en marche de la machine. Le robinet à écumes doit être ouvert lorsque la machine est en marche, un peu avant chaque arrêt.

Si l'eau dépose, on doit abaisser le niveau d'environ 1 centimètre chaque fois. Le robinet purgeur doit être ouvert tous les jours même lorsque les désincrustants sont employés dans la chaudière. — Quand on ne prend pas de vapeur, l'eau doit être prise au fond du générateur, de façon à ce que l'eau puisse être en repos et que le sédiment se dépose, tandis que si l'on emploie la vapeur, l'eau doit être prise à la surface de façon qu'elle soit en ébullition et que l'écume flotte à sa surface. Si le niveau de l'eau est au-dessous de l'index, le robinet à écumes soufflera de la vapeur; si ce niveau est au-dessus, l'écume ne sortira pas.

Soupapes de sûreté. — Chaque soupape doit être soulevée le matin, à la main, avant de commencer le travail, afin de vérifier si le jeu se fait bien. S'il y a une soupape de sûreté indiquant que le niveau de l'eau est descendu trop bas, on doit l'essayer de temps en temps en abaissant le niveau de façon à voir si la soupape commence à fonctionner au moment voulu.

©BIU Santé

Lorsque la chaudière est vidée, on examine le flotteur et le levier, et l'on s'assure qu'ils fonctionnent librement et qu'ils donnent à la soupape toute sa levée. Lorsque les soupapes de sûreté ne sont pas essayées, elles peuvent adhérer à leurs sièges.

Manque d'eau. — Lorsqu'il arrive que la chaudière manque d'eau, on doit retirer et jeter bas le feu si cela est possible. Si le feu n'est pas retiré, on laisse les portes du foyer ouvertes, on ouvre le robinet d'alimentation, on abaisse les registres, on ferme la soupape de communication si la chaudière fait partie d'un groupe, puis on enlève les poids des soupapes de façon à laisser échapper la vapeur.

Lorsqu'on retire le feu, on doit le faire avec beaucoup de précaution.

Vidange de la chaudière. — La chaudière ne doit pas être vidée sous pression, mais on doit la laisser se refroidir pleine. On ouvre alors le robinet purgeur, et l'eau s'écoule librement. Afin d'accélérer le refroidissement, on peut ouvrir le registre et faire sortir la vapeur par les soupapes de sûreté. L'eau ne doit jamais arriver froide sur des tôles chaudes. Dans les cas extrêmes, on peut introduire de l'eau froide avant que l'eau chaude ne soit sortie, et mélanger les deux de façon à refroidir la chaudière graduellement et dans toute sa masse, et non pas subitement et partiellement.

Lorsqu'un générateur est vidé sous pression, les tôles et la maçonnerie restent chaudes, les tôles chaudes durcissent les dépôts et la chaleur de la maçonnerie détériore la chaudière. Le contact de l'eau froide avec les tôles échauffées produit des contractions locales qui suffisent quelquefois pour ouvrir les joints.

Nettoyage de la chaudière. — Le générateur doit être nettoyé au moins tous les deux mois, et plus fréquemment si l'eau dépose. On doit enlever tous les dépôts ainsi que la poussière et la suie que renferment les carneaux. Ces derniers doivent être visités, et l'on doit constater que les tôles sont en bon état.

On doit s'assurer en même temps que les indicateurs de niveau, que le tuyau de vidange, aussi bien que le tuyau inférieur d'alimentation et le tuyau à écume sont libres.

Les robinets et la soupape d'alimentation doivent être démontés, visités et nettoyés. Enfin, toutes les pièces du générateur doivent être entretenues en bon état.

GÉNÉRATEUR DULAC

Ce générateur de vapeur est à foyer extérieur. Il comprend un vaporisateur tubulaire, un corps horizontal de longueur variable, puis un réchauffeur vertical servant en même temps de réservoir de vapeur.

On voit (fig. 149) que l'ensemble est renfermé dans un fourneau en briques. Les tubes pendent sous la plaque inférieure du cylindre en avant au-dessus du foyer. Chaque tube, fermé à la partie inférieure, est pourvu d'un contre-tube de circulation dont la partie supérieure est terminée par un collecteur de dépôts.

©BIU Santé

Ce collecteur préserve de l'obstruction la partie inférieure du tube bouilleur; nous allons, un peu plus loin, le décrire d'une façon détaillée.

L'eau d'alimentation est injectée au fond du cylindre arrière, et s'échauffe graduellement en cheminant dans le sens opposé à la marche des gaz.

L'air destiné à la combustion circule autour du foyer et se rend ainsi sous les grilles pourvu d'une certaine chaleur, ce qui n'est pas, selon nous, une condi-

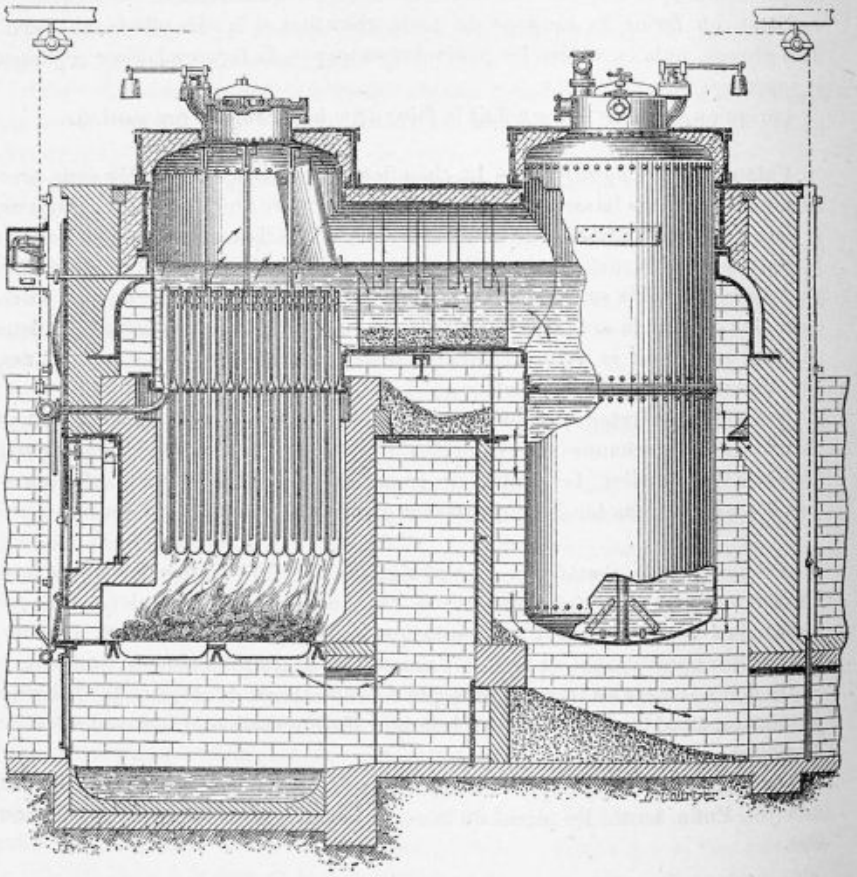


Fig. 149.

tion de marche recommandable. On voit que le volume d'eau solidaire du faisceau de tubes est relativement faible; il en résulte que la mise en pression peut se faire assez rapidement.

La vapeur produite se rend au cylindre d'arrière après avoir changé brusquement de direction, ce qui peut contribuer à la purger en partie de l'eau qu'elle entraîne.

La grande section des carneaux facilite l'élasticité de production de cet

©BIU Santé

appareil ; les gaz chauds cheminent lentement et sans brusque changement de direction.

La partie originale de ce générateur consiste dans une disposition tendant à supprimer ou à réduire l'incrustation.

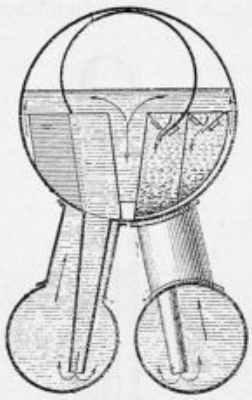


Fig. 150.

On sait que c'est un des problèmes les plus difficiles parmi ceux auxquels donne lieu l'étude de la marche des chaudières à vapeur. Le principe de décantation sur lequel s'appuient les dispositions spéciales que nous allons décrire paraît rationnel et peut, comme les figures 150, 151 et 152 le montrent, trouver son application dans les principaux types de chaudières à vapeur.

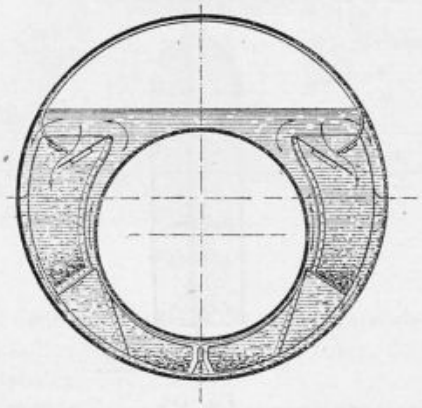


Fig. 151.

La figure 150 représente en coupe une chaudière à bouilleurs ordinaires. Dans le corps cylindrique supérieur sont juxtaposés des collecteurs dont chaque groupe opposé constitue un élément. Ces collecteurs reposent par leur saillie latérale sur la paroi chauffée, en laissant libre un passage à section croissante dans lequel le liquide s'élève, grâce aux différences de densité.

©BIU Santé

Dans son mouvement ascensionnel, le liquide entraîne les corpuscules engendrés; la vapeur se dégage au plan d'eau; ce dégagement augmente la densité du courant; la section transversale, brusquement élargie, en diminue la vitesse.

Les dépôts entraînés, ayant une densité supérieure à celle de l'eau, descen-

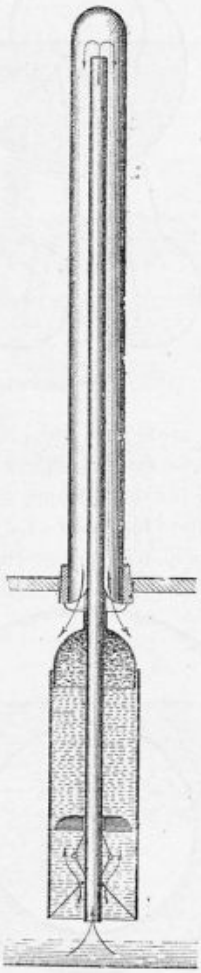


Fig. 152.

dent dans l'intérieur du collecteur, tandis que le liquide épuré retourne à la partie inférieure par le canal central, constitué par les collecteurs de deux groupes opposés.

Chaque collecteur est pourvu d'un clapet de retenue qui oscille librement autour du point d'attache, et s'oppose à la sortie des dépôts recueillis. Il suffit en effet d'une brusque prise de vapeur pour provoquer l'ébullition tumultueus

©BIU Santé

de la masse liquide tout entière et l'expulsion éventuelle des dépôts. Tout mouvement interne a pour résultat de relever le couvercle mobile et d'empêcher la sortie de ces dépôts. Enfin un tendeur en fer méplat prend son point d'appui sur les couvercles fixes qui réunissent deux collecteurs voisins, ainsi que sur le ciel de la chambre de vapeur.

On voit que l'ensemble présente une grande rigidité et peut se déplacer très facilement.

Pour opérer le nettoyage des bouilleurs inférieurs, des tuyaux cylindroconiques plongent dans chaque communication et pénètrent dans ces bouilleurs. Le liquide est incessamment déplacé par ces appareils et remonte dans la chaudière l'eau chargée des dépôts engendrés. Cette eau relativement épurée descend à nouveau dans les bouilleurs par l'intérieur des tubes, de telle sorte que le renouvellement complet s'opère rapidement.

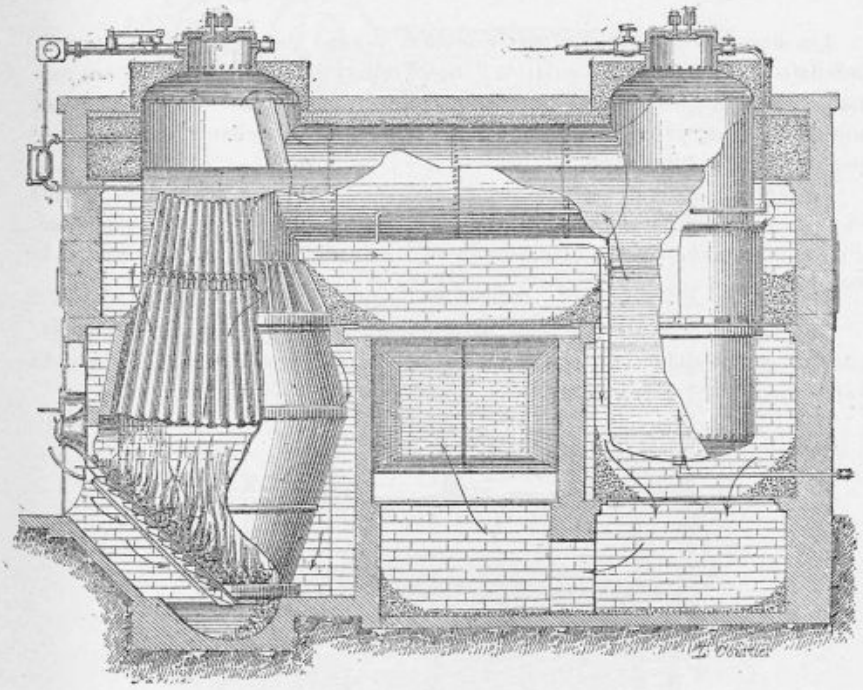


Fig. 153.

La figure 151 représente la disposition de l'appareil dans le cas d'une chaudière à foyer intérieur.

La figure 152 représente le tube pendentif à circulation d'eau appliqué à la chaudière de la figure 149.

Le fonctionnement dans les trois cas est le même. La paroi la plus énergiquement chauffée engendre le courant ascendant, le courant descendant prend naissance dans la partie la moins chauffée. Le système est complété par l'adjonc-

©BIU Santé

tion dans l'eau d'alimentation d'une certaine quantité d'alcali soluble dont les proportions varient suivant la composition des eaux.

Enfin la figure 153 montre une modification de la chaudière de la figure 149.

Cette nouvelle disposition comprend essentiellement un foyer à combustion graduelle, à grille inclinée. La houille se verse au moyen d'un seau dans un chargeur basculant, qui la répartit sur la plaque placée en avant d'une grille à gradins fortement inclinée et pouvant se décrasser en marche.

Le corps de chaudière renfermant le faisceau tubulaire est tronconique.

GENÉRATEURS MULTITUBULAIRES

Les deux types de générateurs que nous venons de décrire sont en partie tubulaires, mais possèdent aussi de grandes capacités cylindriques formant surface de chauffe; les exemples que nous allons donner sont dits spécialement multitubulaires, parce que presque toute leur surface de chauffe est constituée par un faisceau tubulaire.

Ce genre de générateurs a de grands avantages, il tend à se répandre de plus en plus. Nous donnerons comme exemples de ce système les plus nouveaux spécimens qui avaient été exposés à Paris en 1889 par l'Angleterre, la France et la Belgique.

Générateur Babcocket Wilcox. — Cette chaudière, représentée figure 154, consiste essentiellement en un réservoir horizontal à grand volume d'eau et de vapeur, relié à ses deux extrémités à un faisceau tubulaire incliné.

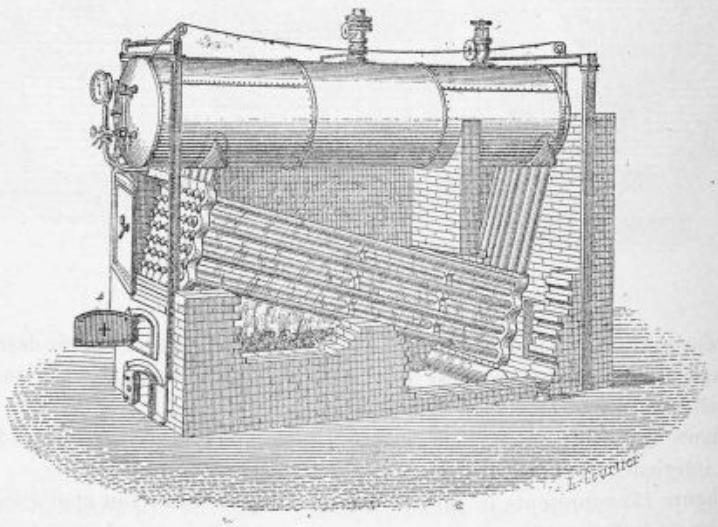


Fig. 154.

Le faisceau tubulaire est formé d'éléments simples juxtaposés. Chaque élément se compose d'un certain nombre de tubes en fer, assemblés dans des boîtes éga-

©BIU Santé

lement en fer, forgées, ondulées d'une seule pièce, avec fermetures autoclaves en regard des tubes, établissant une communication directe, spéciale et à grande section avec le réservoir supérieur.

A la partie arrière et la plus basse de la chaudière, chaque élément du faisceau tubulaire aboutit à un réservoir transversal de dépôt des boues et sels précipités.

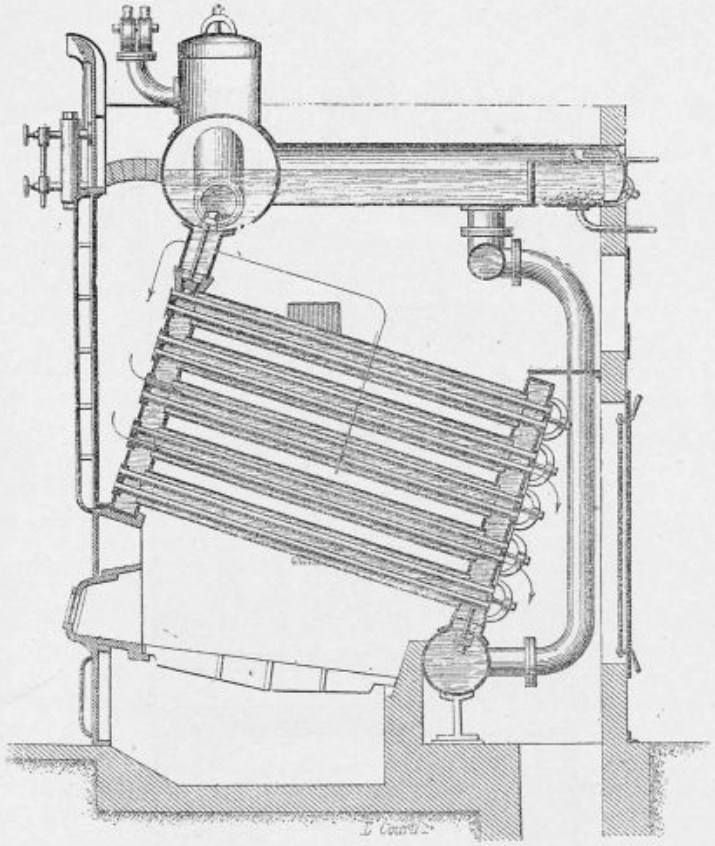


Fig. 155.

Le générateur est entièrement suspendu à des poutres transversales reposant sur des colonnes en fer, indépendantes de la maçonnerie et libres de se dilater ou de se contracter sans altérer en rien cette dernière.

Les avantages de cette disposition résident surtout dans la commodité de l'installation et de l'entretien. La visite et les nettoyages sont faciles. La circulation de l'eau et de la vapeur est régulière et méthodique. Le dégagement immédiat de la vapeur est assuré, elle tend donc à n'entraîner que peu d'eau avec elle.

Le générateur que nous représentons figure 155, construit par M. Lacroix,

©BIU Santé

est spécialement destiné à des installations nécessitant une grande puissance devant être installée dans un emplacement restreint. Une chaudière de ce type, dont le massif ne mesure que 3 mètres sur 2m,50, peut produire la vapeur nécessaire au fonctionnement d'une machine de 100 chevaux.

Elle se compose d'un faisceau tubulaire incliné placé au-dessus d'un foyer. Chaque élément du faisceau comporte un gros tube de 200 millimètres de diamètre mandriné sur des caissons en fer forgé. A l'intérieur de ce gros tube passe

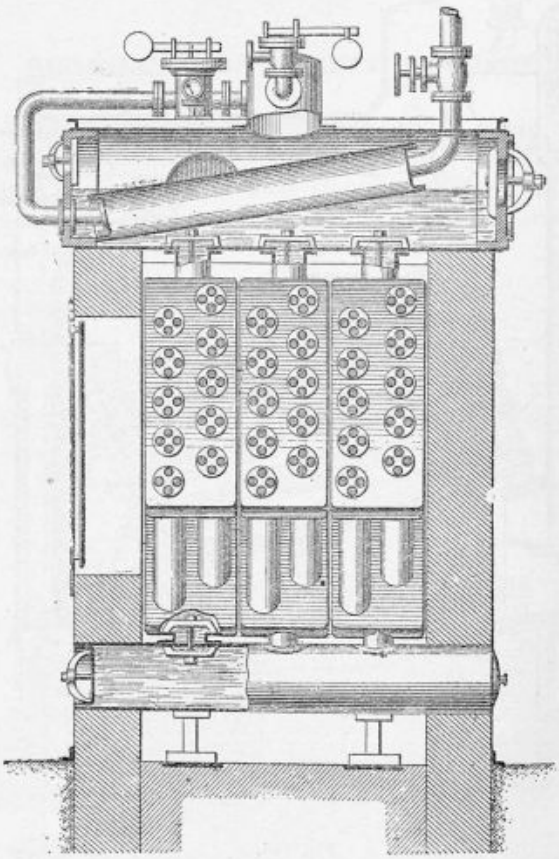


Fig. 153.

un faisceau de quatre tubes plus petits partant des tampons coniques qui font joint sur les parois externes des caissons.

Les flammes traversent le faisceau de gros tubes qui mélangent les gaz sans les éteindre; ceux-ci reviennent ensuite de l'avant à l'arrière au travers des petits tubes. De là ils se rendent à la cheminée.

Pour le nettoyage, il suffit de démonter les barrettes à l'arrière; on peut alors retirer facilement les petits faisceaux et les nettoyer.

©BIU Santé

En cas d'avaries, le changement des petits et des gros tubes se fait facilement. Cette chaudière possède en outre un réservoir supérieur avec vaste surface d'évaporation, un appareil sécheur de vapeur et un épurateur des eaux d'alimentation.

Le générateur Collet, que nous représentons figure 156, est entièrement démontable, ce qui permet de le visiter dans toutes ses parties.

Tous les tubes étant indépendants, les dangers d'explosion sont beaucoup moindres. Ce générateur peut produire de 20 à 25 kilogrammes de vapeur sèche

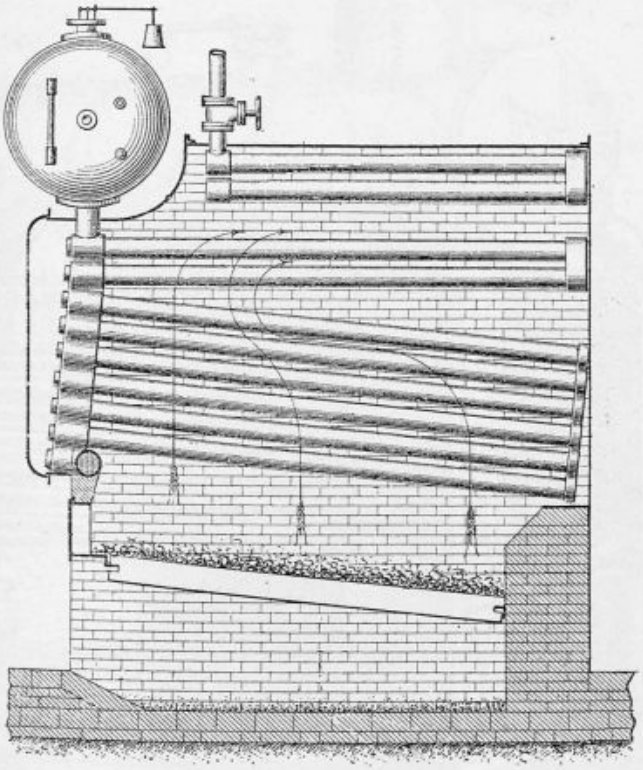


Fig. 156.

par mètre carré de surface de chauffe. Le nettoyage peut également se faire avec facilité et rapidité.

Les surfaces de chauffe étant très divisées et très grandes par rapport au volume d'eau et la circulation étant très active, la mise en pression peut s'obtenir en un temps relativement court.

La figure 157 représente le générateur Terme et Deharbe. Cet appareil se compose essentiellement de tubes ayant tous une pente ascensionnelle assurant à la vapeur une circulation rapide et continue.

Par suite du dégagement facile de la vapeur et de la facilité avec laquelle se

©BIU Santé

fait l'alimentation de tout le système tubulaire, les détériorations auxquelles donne lieu souvent le séjour trop prolongé de la vapeur dans les tubes, se trouvent évitées.

Le volume d'eau est considérable; il s'ensuit que l'on obtient une remarquable stabilité de pression qui facilite la conduite des feux et de l'alimentation.

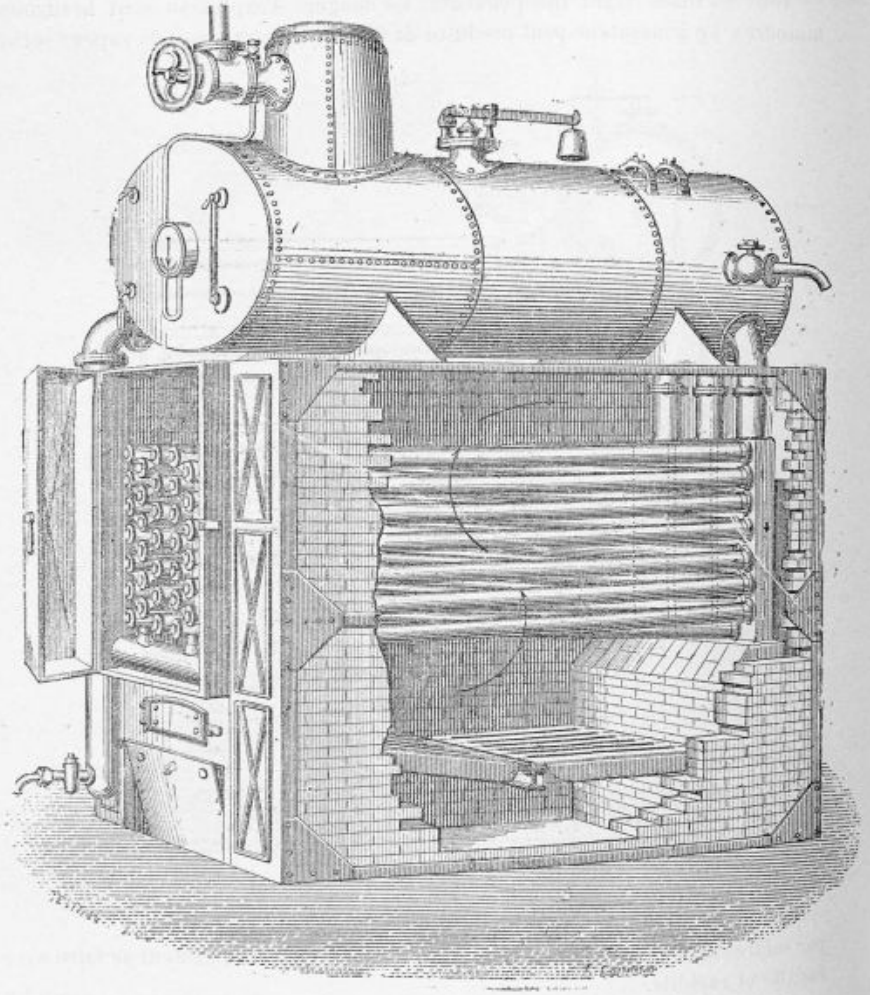


Fig. 157.

Toutes les surfaces de chauffe peuvent aussi dans ce système être visitées et nettoyées facilement.

On voit que le groupement des tubes de ce générateur permet d'obtenir de grandes surfaces de chauffe sous un volume très restreint, ce qui souvent est un grand avantage.

©BIU Santé

Enfin, nous donnons figure 158 un générateur multitubulaire système Hanrez, et de construction belge.

Ce générateur est complètement en fer. Il est formé d'un faisceau tubulaire presque vertical ; les tubes sont reliés en haut et en bas par deux caisses en tôle très solides, dont les parois sont entretoisées.

La caisse supérieure communique par une seule et large ouverture avec un corps de chaudière formant réservoir d'eau et de vapeur. A l'arrière, ce corps de

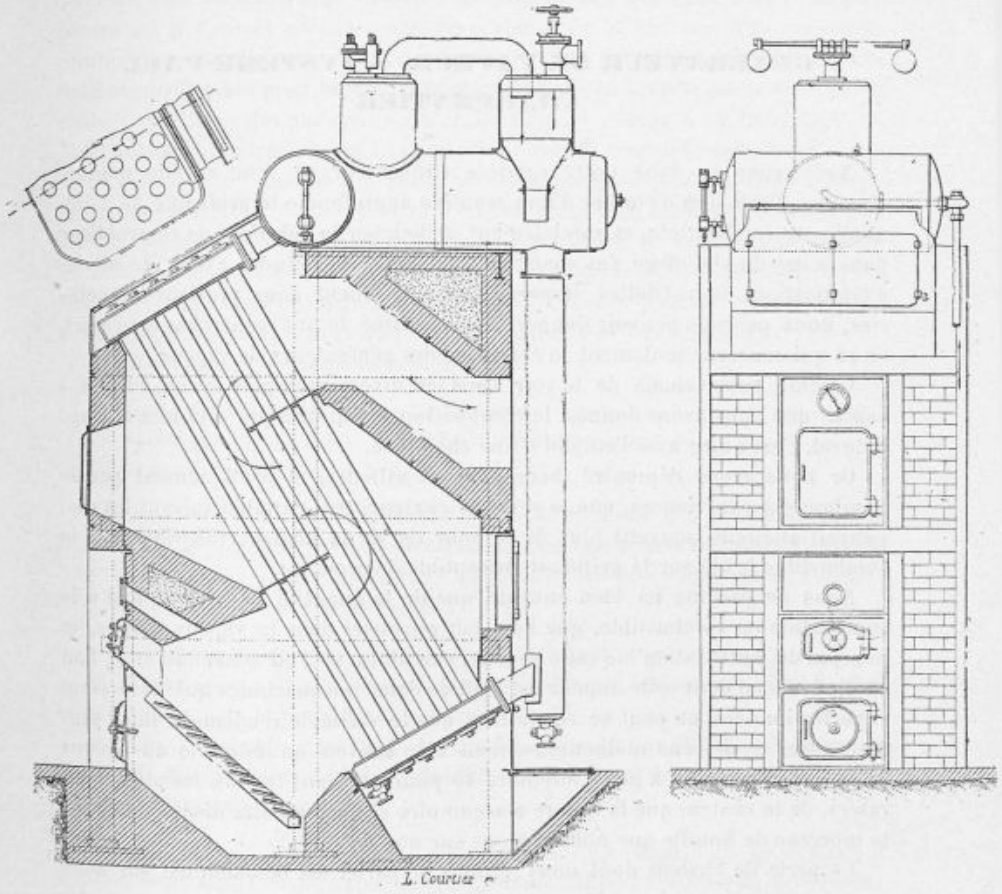


Fig. 158.

chaudière est relié par un large tuyau à la caisse inférieure. Les dépôts entraînés par la circulation de l'eau tombent dans le bas de ce tuyau d'où on les extrait.

Cette disposition spéciale permet de diminuer considérablement le nombre de joints.

Toute la chaudière est supportée à sa partie supérieure par un bâti en fer qui la rend indépendante de la maçonnerie et permet la dilatation de toutes ses parties.

©BIU Santé

Un foyer à étage placé en regard de la partie inférieure des tubes, permet de brûler les combustibles de qualité inférieure.

Le corps supérieur porte une disposition spéciale pour sécher la vapeur, et qui consiste en deux dômes, dont l'un communique avec la chambre de vapeur, tandis que l'autre en est séparé par une partie conique qui plonge dans l'eau. La vapeur prise dans le premier dôme passe dans le deuxième par un tuyau, et dans son changement brusque de direction tend à abandonner l'eau qu'elle avait entraînée.

GÉNÉRATEUR DE VAPEUR. — SYSTÈME PAUL CHARPENTIER

Nous avons eu dans notre carrière d'ingénieur, il y un certain nombre d'années, l'occasion d'étudier d'une manière approfondie le problème de l'économie du combustible, et spécialement à chercher la solution de ce problème dans le cas du chauffage des chaudières à vapeur; nos études ayant été suivies d'applications industrielles importantes, notamment dans plusieurs papeteries, nous pensons pouvoir donner ici un résumé de nos recherches à ce sujet, en ce qui concerne seulement le chauffage des générateurs de vapeur.

Comme nous venons de le voir dans les divers exemples de chaudières à vapeur que nous avons donnés, la combustion se fait presque toujours à tirage naturel, c'est-à-dire avec l'emploi d'une cheminée.

Or nous avons démontré théoriquement ailleurs, et pratiquement par de nombreuses expériences, que la perte de chaleur, très variable suivant les cas, pouvait atteindre souvent plus de 60 pour 100 de la chaleur théorique que le combustible brûlé sur la grille est susceptible de produire.

Nous ne parlons ici bien entendu que de la quantité de chaleur due à la combustion du combustible, que l'on doit retrouver dans la vapeur formée, et non pas de l'utilisation de cette vapeur, car alors si l'on considère et si l'on étudie la façon dont cette vapeur est utilisée dans nos machines qui *paraissent* si perfectionnées, on peut se convaincre que le véritable rendement final peut descendre, et descend malheureusement bien souvent en industrie *au-dessous* de 5 pour 100 et peut à peine atteindre 10 pour 100 dans les cas les plus favorables, de la chaleur que la nature a accumulée et mise à notre disposition dans le morceau de houille que nous brûlons sur nos grilles (1).

La perte de chaleur dont nous venons de parler est occasionnée par deux causes principales :

1° La combustion incomplète, ayant pour conséquence une production de fumée souvent très abondante ;

2° L'emploi du tirage naturel au moyen d'une cheminée.

Les fumées contiennent, en effet, une proportion relativement considérable d'oxyde de carbone et surtout de carbure d'hydrogène, gaz éminemment com-

(1) Voir *Comptes rendus* de l'Académie des sciences. Notes de M. Paul Charpentier, séances des 19 mars 1883, 14 janvier 1884, 18 février 1884, 19 mai 1884.

©BIU Santé

bustibles, ces derniers en se refroidissant, se décomposent et abandonnent du carbone pulvérulent, lequel colore la fumée en noir plus ou moins intense.

De là comme résultat, outre l'inconvénient, souvent très coûteux, de la production de fumée, une perte d'argent considérable se renouvelant constamment. L'emploi de la cheminée constitue, en outre, un tirage des plus coûteux. La cheminée est, selon nous, *la plaie de l'industrie*, et cela pour deux motifs :

La cheminée laisse échapper dans l'atmosphère des fumées encore pourvues d'une chaleur considérable, ensuite elle permet aux gaz brûlés de se dilater librement. Il s'ensuit qu'une partie importante de la chaleur dégagée par la combustion du charbon passe de l'état sensible à l'état latent, c'est-à-dire devient inutilisable pour l'industriel, et cela est dû en grande partie à ce que la chaleur spécifique des gaz brûlés s'accroît au fur et à mesure qu'ils se dilatent. Nous avons démontré ailleurs l'exactitude de ces diverses affirmations (1).

Le principe de l'installation que nous recommandons consiste dans la transformation préalable des combustibles en gaz, dans leur combustion à cet état par un courant d'air forcé, et enfin dans l'obtention de la combustion sous volume constant des gaz brûlés par l'emploi d'un appareil hydraulique des plus simples placé avant la cheminée d'évacuation. Cette dernière ne servant en aucune façon au tirage, peut n'avoir alors qu'une très faible hauteur.

Les trois parties principales sont donc :

Un appareil producteur de gaz ou *gazogène ;*
Un appareil de *combustion* dit vulgairement *fumivore ;*
Un appareil *régénérateur* hydraulique.

Nous n'avons pas à revenir ici sur les considérations qui prouvent qu'une combustion ne peut être parfaite qu'à la condition de s'opérer sur un mélange de corps gazeux, mais nous rappellerons qu'en outre un bon chauffage au gaz doit être basé sur les conditions suivantes :

1° *Il faut brûler des gaz contenant peu ou pas de vapeur d'eau ;*
2° *Il faut opérer la combustion des gaz dans un espace très rétréci*, c'est ce que l'on appelle les brûler sous pression.
3° Enfin il est très important de rendre l'arrivée des gaz dans la chambre de chauffe indépendante des charges. Cette condition est l'une des plus difficiles à remplir dans la pratique.

Dans le cas qui nous occupe, c'est-à-dire le chauffage d'un générateur à vapeur, nous avons choisi exprès pour exemple un bon système de générateur très employé dans les grandes manufactures de Normandie. Ce générateur est représenté figures 159, 160, 161, 162. Il est, comme on le voit, d'un système mixte à bouilleurs avec corps tubulaire dans la chaudière elle-même.

Ici le gazogène est formé par deux grands conduits latéraux CC venant aboutir à la grille inclinée M et dans lesquels se trouve emmagasiné le charbon nécessaire à la marche de toute une journée. On voit qu'ainsi les charge-

(1) *Économie du combustible*, fondée sur l'application à tous les foyers du chauffage économique par combustion complète et sous volume constant, par Paul Charpentier. Lacroix, éditeur, Paris, 1872.

©BIU Santé

ment fréquents nécessités par le système de chauffage ordinaire sont supprimés.

Ces conduits rectangulaires sont construits dans la maçonnerie de briques entourant la chaudière et les bouilleurs, et c'est par eux que le charbon est

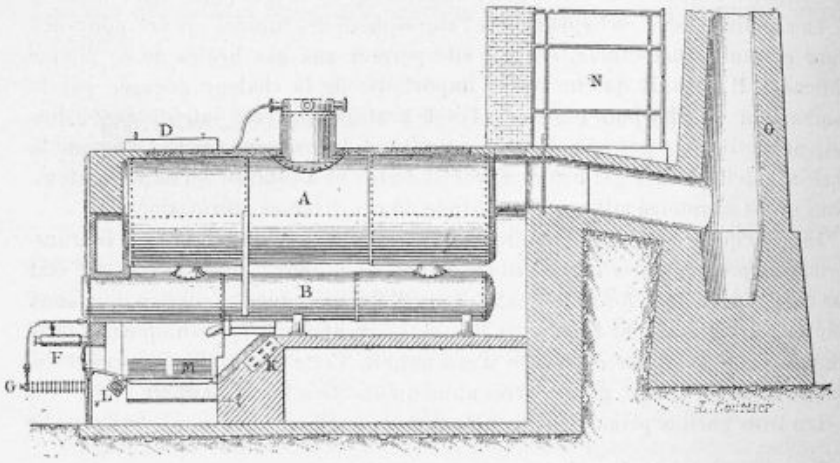


Fig. 159.

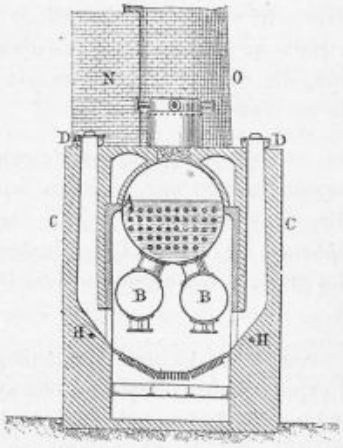


Fig. 160.

distribué sur la grille au fur et à mesure de sa transformation en gaz. A leur partie supérieure D, les conduits sont terminés par deux boîtes en fonte rectangulaires munies d'un rebord renfermant de l'eau et dans lequel viennent plonger deux couvercles. De cette façon la fermeture est complètement étanche. Le charbon descend graduellement sur les grilles par son propre poids, et le

©BIU Santé

chauffeur n'a qu'à le ringarder de temps en temps suivant la qualité du combustible.

L'appareil de combustion fumivore affectant la forme de deux tuyères figurées en II reçoit par les tuyaux HH du vent aspiré et insufflé par les aspirateurs insufflateurs à vapeur surchauffée FF. Le but qu'on se propose d'atteindre

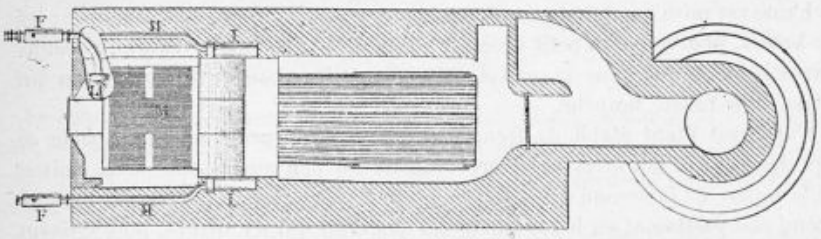


Fig. 161.

en employant ces tuyères est d'opérer un mélange parfait entre les gaz combustibles produits sur la grille M du gazogène et l'air comburant insufflé; la véritable combustion, qui alors est complète, ne commence qu'à partir de ces tuyères I, et la flamme se répand ensuite uniformément dans les carneaux.

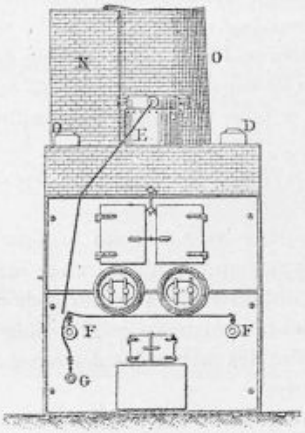


Fig. 162.

Nous venons de dire que l'air destiné à la *combustion* finale était injecté par les insufflateurs FF; nous avons décrit ailleurs ce genre d'insufflateurs (1). Ces appareils fonctionnent à l'aide de vapeur surchauffée dans un bloc en fonte K dans lequel se trouve noyé un serpentin en fer forgé.

(1) Voir Encyclopédie chimique, le *Sucre*, par Paul Charpentier, p. 249.

©BIU Santé

Un autre insufflateur G envoie sous la grille M, par la tuyère L, l'air nécessaire à la *production* des gaz combustibles.

Enfin en N se trouve le récupérateur ou régénérateur hydraulique qui consiste en une caisse en fonte ou en tôle munie de tubes et divisée à son extrémité par une cloison en deux compartiments de section plus moins inégale suivant les cas, et renfermant de l'eau ayant avant la mise en marche même niveau dans les deux branches.

L'une est mise en communication uniquement avec la capacité chauffée; les gaz brûlés, pourvus d'un petit excès de pression y arrivent après avoir chauffé l'eau d'alimentation dans la partie tubulaire et font baisser le plan d'eau qui s'élève dans l'autre branche.

L'appareil étant établi de façon que cet excès de pression soit capable de faire descendre l'eau de la première branche un peu au-dessous de la cloison qui la sépare de la seconde, les gaz, en vertu de leur légèreté, s'élèvent dans ce second compartiment en barbotant à travers l'eau qui s'y trouve, puis arrivent au sommet, lavés et presque entièrement dépouillés de leur excès de chaleur et de dépression. De là ils se rendent à l'amorce de cheminée figurée en O qui ne sert plus au tirage, mais à l'évacuation finale du dernier gaz produit par la combustion qui, si l'opération est bien conduite, peut ne plus être que de l'azote pur, car on peut retenir l'acide carbonique au moyen d'un lait de chaux placé dans le récupérateur hydraulique.

Nous n'insisterons pas, et nous terminerons en résumant les avantages dus à l'emploi de notre système de chauffage :

1° L'économie de combustible réalisée est variable suivant les cas, elle est souvent fort importante;

2° La combustion est active ou lente, à la complète disposition du chauffeur, il s'ensuit que la production de vapeur s'augmente ou se diminue à volonté;

3° L'emploi du système a pour conséquence une fumivorité complète des foyers;

4° Suppression des hautes cheminées et des inconvénients qui résultent des tirages insuffisants;

5° Alimentation des chaudières avec de l'eau presque bouillante, par suite diminution des chances d'explosion, et plus grande sécurité provenant de ce que les incrustations sont diminuées dans les corps de chaudières;

6° Emplois avantageux des plus mauvais combustibles;

7° Montage rapide et facile; les habitudes des ouvriers ne sont pas changées, leur fatigue est diminuée.

Ajoutons que ces appareils peuvent s'appliquer à tous les systèmes de générateurs avec certaines modifications variables dans chaque cas.

FORCE MOTRICE D'UNE PAPETERIE

Les moteurs qui donnent le mouvement aux papeteries sont assez souvent des machines à vapeur, mais le plus fréquemment la force motrice est empruntée aux cours d'eau, et les récepteurs employés sont alors les roues hydrauliques ou les turbines.

©BIU Santé

Nous n'avons pas à nous occuper dans ce mémoire des moteurs à vapeur, mais nous dirons cependant quelques mots des moteurs hydrauliques à cause de l'importante place qu'ils occupent dans le matériel des fabriques de papier.

Lorsque l'eau est abondante, lorsque la chute est faible, l'emploi de la roue hydraulique est à conseiller.

Nous donnerons trois exemples de ces moteurs :

La roue à augets ou roue en dessus.
La roue à aubes ou roue de côté.
La roue à aubes plongeantes ou roue Sagebien.

La roue à augets ou roue en dessus (fig. 163) est généralement employée pour des chutes comprises entre 2m,50 et 40 mètres, avec des volumes d'eau écoulée inférieurs à 600 litres par seconde et pour des niveaux d'amont et d'aval sensiblement constants.

Ordinairement l'eau est retenue par un vannage pour former réserve ou tête d'eau et pour régler son admission. L'eau est ensuite dirigée dans les augets

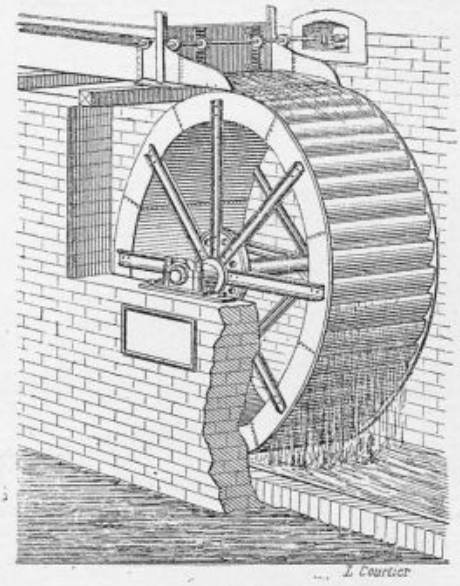


Fig. 163.

par un coursier en bois ou en métal. Ces roues sont à deux, trois ou quatr cordons, suivant leur largeur, assemblés et réunis par de bonnes ferrures. Elles sont construites soit tout en bois, soit tout en fer, soit avec courbes et bras en bois et augets en tôle.

Ces roues, lorsqu'elles sont bien établies, peuvent atteindre un rendement de 80 p. 100.

La roue à aubes ou roue de côté (fig. 164) prend l'eau en déversoir et s'ap-

©BIU Santé

plique aux chutes inférieures à 2m,50, aux volumes inférieurs à 2.000 litres et pour des niveaux d'amont et d'aval sensiblement constants. Son diamètre est

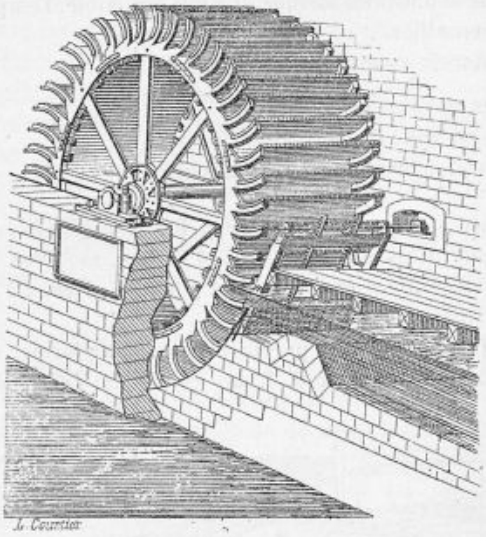


Fig. 164.

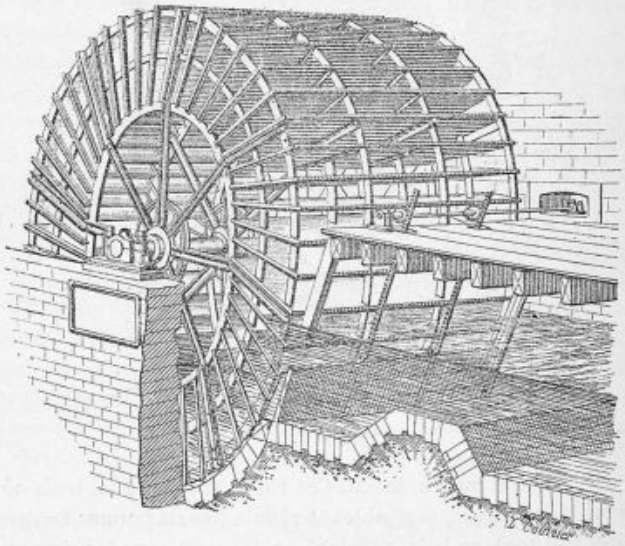


Fig. 165.

compris entre 4 et 7 mètres. La largeur et le nombre des cordons sont déterminés par le volume d'eau à dépenser.

Cette roue est généralement construite tout en bois avec des assemblages en

©BIU Santé

fer. Elle est garnie d'aubes dirigées suivant le rayon et emboîtées le plus exactement possible sur une partie de la circonférence dans un coursier circulaire.

L'épaisseur de la lame d'eau est réglée par une vanne plongeante glissant derrière un col de cygne. Le rendement de cet appareil peut dans certains cas atteindre 75 p. 100.

La roue à aubes plongeantes dite Sagebien (fig. 165) prend également l'eau en déversoir, comme la roue de côté, et avec le même système de vannage.

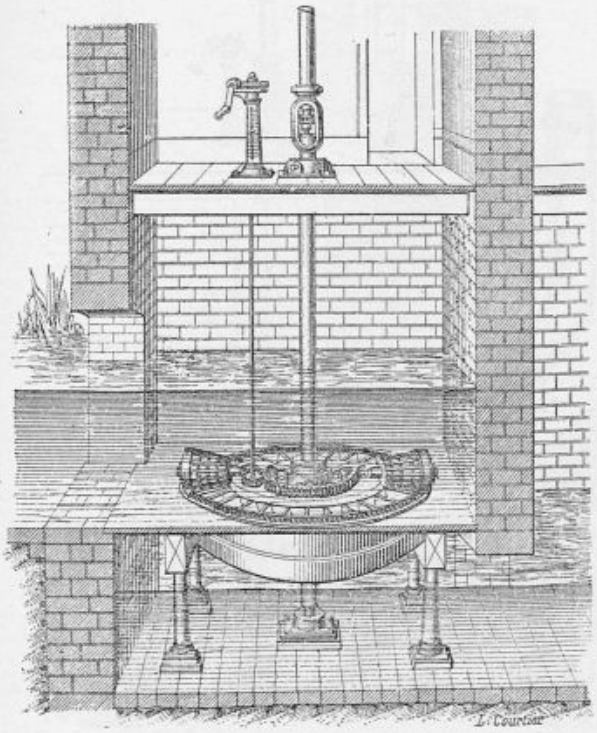


Fig. 166.

Cette roue diffère de la précédente en ce que ses aubes, très nombreuses et très hautes, plongent en partie dans les eaux d'aval et qu'elle peut ainsi dépenser un volume d'eau considérable pouvant s'élever à 1.500 litres par mètre de largeur, ce qui permet de produire de grandes puissances avec des roues relativement étroites.

L'eau arrivant avec une vitesse très faible, s'étale tranquillement entre les aubes, puis est déposée sans remous dans le canal de fuite. Aussi le rendement de cette roue est-il excellent, il peut souvent atteindre 85 p. 100.

Il faut dire, par contre, que ces appareils sont d'un prix de revient assez

©BIU Santé

élevé à cause de leurs grandes dimensions et de la lenteur de leurs mouvements, ce qui complique les transmissions quand on veut obtenir une certaine vitesse.

Dans un certain nombre de cas, notamment pour les grandes chutes, il est avantageux de donner la préférence aux turbines.

Les turbines sont des roues hydrauliques dont l'axe est vertical au lieu d'être horizontal comme celui des machines précédentes.

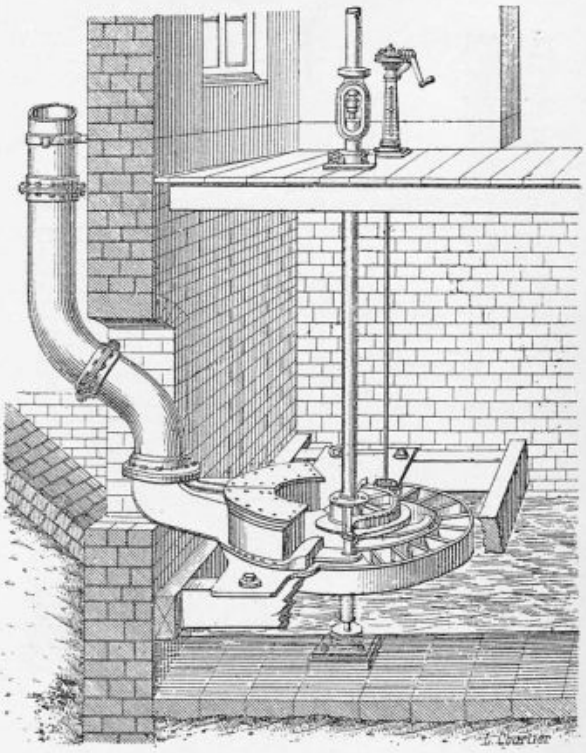


Fig. 167.

Ces appareils ont, suivant les cas, certains avantages qui les font employer de préférence aux roues hydrauliques.

C'est ainsi que leur vitesse de rotation peut être plus grande, ce qui amène une simplification dans les transmissions.

Tournant sous l'eau, les turbines peuvent continuer leur travail pendant les grandes eaux et pendant les gelées. Elles peuvent transmettre leur mouvement au moyen de courroies, ce qui est un avantage très appréciable en papeterie, notamment pour la conduite des cylindres broyeurs; les courroies sont moins facilement ou moins directement applicables avec les roues à axe horizontal.

©BIU Santé

Ajoutons que leur rendement est presque toujours supérieur à celui des roues, et l'emplacement qu'elles nécessitent est moindre.

Lorsque l'on dispose d'une chute d'eau relativement faible, on peut adopter le type représenté figure 166; cette turbine est à conduite d'eau libre avec distributeur à rouleaux.

Si, au contraire, on veut utiliser une haute chute, on appliquera le système représenté figure 167, qui diffère du précédent surtout par son système de distribution qui comprend alors un vannage à secteur.

Nous n'insisterons pas sur ces appareils, ce serait nous écarter du sujet de ce mémoire.

©BIU Santé

CHAPITRE XXII

FABRIQUE DE PAPIER — GÉNÉRALITÉS — PRIX DE REVIENT

Nous ne pouvons entrer dans les détails techniques que comporterait l'étude de l'établissement d'une fabrique de papier, dans la rédaction d'un projet d'usine en un mot, mais nous croyons cependant devoir donner sur ce point quelques renseignements généraux.

Nous venons de voir quelles considérations générales devaient guider dans le choix des types de générateurs de vapeur et de moteurs hydrauliques, ajoutons quelques mots sur l'établissement des autres appareils.

Tout d'abord, lorsque l'on veut construire une papeterie, on doit se laisser guider par certaines considérations d'ordre économique qui sont très variables d'ailleurs.

C'est ainsi que l'on doit décider si la fabrique sera établie près d'une grande ville, près d'un chemin de fer, auquel cas on sera souvent obligé d'avoir recours à la machine à vapeur comme moteur, ou si, au contraire, on devra profiter de l'existence d'une chute d'eau importante pour s'établir dans son voisinage.

Suivant la qualité du papier que l'on se propose de fabriquer, l'eau que l'on peut avoir à sa disposition doit présenter certaines qualités souvent spéciales et difficiles à rencontrer.

La question des frais de transport et d'alimentation facile de l'usine en combustible, en produits chimiques et surtout en matières premières de fabrication, chiffons ou pâtes de bois, devra également être étudiée avec soin.

Quant au matériel général constituant une fabrique de papier, il est naturellement très variable et dépend de la nature du papier fabriqué et surtout de la nature des matières premières employées.

A titre de renseignement qui peut avoir son intérêt, nous allons indiquer en quoi consiste une importante papeterie de Suède, pouvant fabriquer annuellement plus de 160.000 kilogrammes de papier.

La force motrice est l'eau qui met en mouvement 7 turbines d'une puissance totale de 400 chevaux. A ces moteurs viennent se joindre deux machines à vapeur de 20 chevaux chacune.

©BIU Santé

Le matériel comprend :

40 cylindres.
3 cuves à chiffons.
2 Cuves à paille.
1 Cuve à bois.
2 Défibreuses.
2 Raffineuses.
3 Machines à papier.
1 Calandre.
1 Presse à lustrer.]
1 Machine à coller.

Puis un certain nombre de coupe-chiffons, blutoirs, lessiveurs, caisses de dépôt, coupeuses, essoreuses, etc...

En 1888, les matières premières employées ont été :

Chiffons	660.000	kilogrammes.
Pâte de bois	670.000	—
Paille	590.000	—
Soude	105.000	—
Cellulose	24.000	—
Chlorure de chaux	63.000	—
Fécule de pommes de terre	13.000	—
Magnésie	5.000	—
Kaolin	104.000	—
Alun	63.000	—
Colle	6.000	—
Rognures de cuir	2.500	—
Résine	49.000	—
Talc	34.000	—
Acide sulfurique	4.000	—
Matières colorantes	4.500	—

Quant au prix de revient, il est également aussi très variable et dépend principalement du prix des matières, de la main-d'œuvre, du rendement des machines, des frais généraux, enfin, de la façon dont le travail est mené et surveillé.

Les chiffres suivants donneront une idée approximative du prix de revient pour une usine travaillant le chiffon mécaniquement et produisant annuellement environ 400.000 kilogrammes de papier :

	FRANCS
	—
Chiffons blancs à 40 francs, Chiffons demi-blancs à 24 francs, Chiffons de couleur à 14 francs	185.000
Main-d'œuvre	43.000
Intérêt et amortissement de 700.000 francs (capital)	60.000
Lessivage et blanchiment	30.000
Chauffage	15.000
Collage et alun	23.000
Filtres et toiles métalliques	13.000
Produits chimiques	6.000
Cuirs et courroies	1.500
Eclairage	3.500
Entretien. Réparations	6.000
Transports	25.000
Frais généraux	30.000
	441.000

©BIU Santé

Le bénéfice résulte naturellement du cours du papier.

Quant au prix de revient des pâtes de bois, on peut regarder les chiffres suivants comme se rapprochant assez de la vérité dans un pays forestier comme la Suisse, par exemple, où l'on peut joindre à la fabrication de la pâte brune, la fabrication de l'alcool que l'on peut obtenir en traitant le bois par l'acide chlorhydrique :

Fabrication de la pâte brune avec production d'alcool :

	FRANCS
	—
Un stère de bois	6,00
Façon des rondelles	1,30
Acide chlorhydrique, 45 kilogrammes à 6 francs	2,70
Houille et main-d'œuvre	2,90
Ecrasage sous les meules	2,20
Défilage	1,30
	16,40
A déduire : sciure et écorces, 0,80	0,80
	15,60
Si l'on déduit encore l'alcool produit	7,80
Il reste pour le prix de revient de 100 kilog. de pâte brune	7,80

Prix de revient de la pâte blanchie :

	FRANCS
	—
100 kilogrammes de pâte brune sèche défilée	7,80
120 kilogrammes d'acide chlorhydrique à 6 francs	7,20
40 kilogrammes de manganèse à 15 francs	6,00
2 kilogrammes de chaux et 10 kilogrammes de sel de soude	2,50
30 kilogrammes de chlorure de chaux à 30 francs	9,00
Chauffage. Main-d'œuvre	3,50
Chlorure de chaux et acide pour dernier blanchiment	1,00
	37,00
En comptant 30 kilogrammes pour 100 de déchets, on a pour le prix de 100 kilogrammes	53,00

Ajoutons à ces divers renseignements que le personnel d'une fabrique de papier mécanique de chiffon, marchant continuellement et produisant 2.000 kilogrammes de papier par jour, peut être le suivant :

1 directeur.
1 comptable.
2 contre-maîtres.
2 conducteurs de machines.
2 gouverneurs de raffineuses.
2 sous-gouverneurs de raffineuses.
2 gouverneurs des défileuses.
2 sous-gouverneurs des défileuses.
2 lessiveurs.
2 colleurs.
4 guetteurs pour surveiller la machine.
2 ouvriers aux pâtes.
1 coupeur.
1 piqueur de chiffons.
1 bluteur.

©BIU Santé

6 manœuvres.
2 chauffeurs.
1 graisseur.
3 ouvriers d'état pour réparations.

Il faut y ajouter environ 50 ouvrières à l'atelier des chiffons et 50 ouvrières à la salle d'apprêt.

S'il s'agit d'une fabrication de papier à la cuve avec presse hydraulique, on peut compter pour 4 cuves sur le personnel suivant :

1 contre-maître de l'atelier des cuves.
4 ouvreurs.
4 coucheurs.
4 leveurs.
4 aides-leveurs.
4 presseurs.
2 échangeuses.
1 gouverneur des cylindres.
1 bluteur.
1 colleur.
2 manœuvres.
1 contre-maître des chiffons et de l'apprêt.
8 délisseuses.
2 étendeuses.
20 ouvrières pour le collage, l'apprêtage, etc...
2 lisseuses ou satineuses.
6 aides-lisseuses.

Terminons ces données pratiques en indiquant quels sont les prix approximatifs, souvent très variables, des principaux appareils employés, ainsi que le prix actuel des matières premières qui entrent dans la fabrication :

	FRANCS — De	à
Les machines à papier valent, suivant la grandeur	25.000	45.000
Les machines à fabriquer le carton, suivant la grandeur.	20.000	30.000
Cylindres défileurs ou raffineurs	1.500	2.000
Epurateurs à double table d'épuration	3.000	4.000
Lessiveurs rotatifs de 400 kilogrammes	3.500	
Lessiveurs rotatifs de 1.500 kilogrammes	6.500	
Blutoir conique	1.000	
Loup briseur	1.200	1.800
Raffineurs pulpengine Camus	4.000	
Pulpengine défibreur Camus	4.000	
Raffineur Thode	4.500	
Appareil Vœlter	10.000	12.000
Machine à calandrer	2.000	3.000
Machine à défiler les chiffons de laine	2.000	3.000
Presse sterhydraulique	2.000	3.000
Piles à papier	2.500	4.500
Broyeurs	1.000	1.500
Humecteuses	500	600
Coupeuse mécanique (suivant la largeur)	2.000	6.000
Machine à régler	3.000	4.000
Générateurs de vapeur	2.000	10.000
Machine à vapeur (10 à 30 chevaux)	2.000	10.000
Roues et turbines hydrauliques	Prix très variables.	

©BIU Santé

PRIX DES CHIFFONS EN 1888

Rayon de Paris.

	FRANCS	
Blancs mêlés toile et coton	38	les 100 kilogrammes.
Blancs sales	21	—
Bulles gris pure toile	26	—
Couleurs mêlées de bleu	14	—
Toiles n° 3	25	—
Indiennes mêlées claires et foncées	12	—
Phormium rouge trié	11	—
Bleus mêlés toile et coton	20	—
Chiffons coupés très bien soignés :		
Bulles gris	31	—
Toile n° 3	30	—
Toiles bleues coupées	27	—
Coton bleu	23	—
Indiennes claires	22	—
Indiennes foncées	14	—

Rayon de Lyon.

	FRANCS		
	De	à	
Blancs mêlés tout venant	40		les 100 kilogrammes.
Bulles gris pure toile	25	27	—
Bulles bleu toile	27	30	—
Bulles mêlés	18	20	—
Blanc sale	15	20	—
Indiennes couleurs mêlées de bleus	12	16	—
Cordes blanches	25	30	—
Cordes goudronnées	15	20	—

Région de l'Est.

	FRANCS		
	De	à	
Blancs de campagne	35	36	les 100 kilogrammes.
Bulles gris	20	21	—
Cotonnettes pâles	16	17	—
Droguets et noirs	5	7	—

Région de l'Ouest.

	FRANCS		
	De	à	
Blancs de premier choix	45	50	les 100 kilogrammes.
Blancs de deuxième choix	33	35	—
Bulles	20	22	—
Bleus toile et coton	18	20	—
Couleurs	10	12	—
Cordes blanches	24	26	—
Cordes goudronnées	16	18	—
Emballage phormium	8	10	—

©BIU Santé

PRIX ACTUEL, A PARIS, DES PRINCIPAUX PRODUITS CHIMIQUES

	FRANCS De	à	
Acide sulfurique à 66 degrés	10,00	11,00	les 100 kil.
Id. à 53 degrés	6,50	7,50	—
Id. à 50 degrés	6,00		—
Acide chlorhydrique	7,00	8,00	—
Alun	13,00	14,00	—
Alun pur sans fer	24,00	26,00	—
Sulfate d'alumine sans charge	10,00	11,00	—
Chlorure de chaux 103 à 110 degré	21,00	22,00	—
Chromate de potasse	120,00	125,00	—
Cristaux de soude en sacs	10,00	11,00	—
Sel de soude 80 à 83 degrés caustique	22,00	23,00	—
Sel de soude 90 à 92 degrés carbonaté	16,00	17,00	—
Sulfate de cuivre	65,00	68,00	—
Sulfate de fer	6,00	7,00	—
Hyposulfite de soude (antichlore)	25,00	26,00	—
Acétate de plomb	80,00	85,00	—
Manganèse (suivant le degré)	14,00	18,00	—
Soude caustique	26,00	27,00	—
Cyanoferrure de potassium	210,00	215,00	—
Colophane	16,00	19,00	—
Bleu d'outremer	140,00	250,00	—
Ocre jaune	6,00	9,00	—
Ocre rouge	8,00	14,00	—
Kaolin (suivant la qualité)	5,00	8,00	—
Sulfate de chaux, premier choix	6,00		—
Sulfate de baryte, premier choix (blanc fixe)	22,00	24,00	—
Sulfate de zinc	21,00	24,00	—
Pyrolignite de fer à 20 degrés	14,00	16,00	—
Fécule verte	17,00	18,00	—
Fécule sèche	30,00	31,00	—
Chlorure de baryum	25,00	27,00	—
Bois de Fernambouc en bûches	51,00	61,00	—
Bois de campêche	31,00	41,00	—
Cachou brun	51,00	69,00	—
Curcuma Bengale	65,00	70,00	—
Rocou de Cayenne	250,00	350,00	—
Indigo surfin	22,00	24,00	le kilogramme.
Indigo bon violet	20,00	22,00	—
Indigo fin rouge	18,00	20,00	—
Indigo madras	6,00	10,00	—
Fuchsine ordinaire	15,00	20,00	—
Fuchsine supérieure	24,00	26,00	—
Eosine	24,00	29,00	—
Bleu d'aniline	13,00	24,00	—
Violet au méthyle	15,00	24,00	—
Vert de méthyle	15,00	28,00	—

©BIU Santé

CHAPITRE XIII

ESSAIS DES MATIÈRES PREMIÈRES ET DES PRODUITS DE LA FABRICATION DU PAPIER

ACIDES

Les principaux acides employés sont l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique et l'acide azotique.

Acide sulfurique. — *Essai qualitatif*. L'acide sulfurique employé marque généralement de 62 à 66 degrés à l'aréomètre Baumé. En y ajoutant de l'eau peu à peu, on peut reconnaître à l'odeur s'il contient de l'acide sulfureux. Lorsque cette addition d'eau lui fait prendre une teinte rougeâtre, on peut en conclure qu'il renferme du sélénium.

L'évaporation sur une lame de platine donnant lieu à résidu fixe, est un indice que l'acide renferme des sulfates de potasse, de soude ou de chaux.

Si l'addition d'eau ou d'acide chlorhydrique concentré fait apparaître un précipité blanc, cela indique la présence du sulfate de plomb.

Il arrive fréquemment que l'acide du commerce renferme de l'arsenic : on le reconnaît facilement en le mélangeant avec de l'eau et du zinc et en constatant si l'hydrogène produit est ou non arsénié.

La présence de l'acide chlorhydrique se reconnaît à l'aide de l'azotate d'argent.

De petits fragments de sulfate de protoxyde de fer produiront dans l'acide essayé une coloration rouge autour des points de contact si ce dernier renferme des produits nitreux, acide azotique ou bien acide hypoazotique.

La présence de l'acide hypoazotique est également signalée par l'addition d'empois d'amidon additionné d'iodure de potassium. Il y a dans ce cas coloration bleue, si l'on a eu le soin d'étendre l'acide d'environ vingt parties d'eau.

Essai quantitatif. On arrive rapidement à connaître la teneur en acide pur au moyen de l'aréomètre qui donne la densité de l'acide essayé, puis une

©BIU Santé

fois cette densité connue, on trouvera dans la table que nous donnons ci-après, le percentage en acide.

Si nous appelons D la densité, M un facteur déterminé pour chaque aréomètre, X le degré. On a pour la formule générale des aréomètres :

$$D = \frac{M}{M \pm X}.$$

On prend + X pour les liquides plus légers que l'eau et — X pour les liquides plus lourds que l'eau.

M représente le volume d'eau déplacé par l'aréomètre, si l'on prend pour unité le volume déplacé par un degré de l'échelle.

Le commerce emploie plusieurs espèces d'aréomètres. Le *densimètre* fournit directement à la lecture, le poids spécifique.

Le *volumètre* qui est l'inverse du densimètre a pour formule :

$$D = \frac{100}{X}.$$

L'*aréomètre centigrade* a pour formule :

$$D = \frac{100}{100 \pm X}.$$

L'*aréomètre Baumé* plus lourd que l'eau :

$$D = \frac{144}{144 - X}.$$

L'*aréomètre Baumé* moins lourd que l'eau ou *pèse-liqueur*, marquan 10 degrés dans l'eau à 12°,5 :

$$D = \frac{144}{134 + X}.$$

Dans les instruments américains, on a M = 145, et d'après l'appareil de M. Berthelot, M = 148,5. On doit prendre la densité à 12°,1/2. Mais si l'on veut ramener à 0 degré le poids spécifique observé à t degré, on doit le multiplier par l'expression :

$$\frac{144{,}38}{144{,}38 - t}.$$

L'*aréomètre Brix* adopté par l'Allemagne a pour formule (température 15°,6) :

$$D = \frac{400}{400 \pm X}.$$

L'*aréomètre Beck*, température 12°,5 :

$$D = \frac{170}{170 \pm X}.$$

L'*aréomètre Balling* :

$$D = \frac{200}{200 \pm X}.$$

L'*aréomètre Hollandais* officiel :

$$D = \frac{144}{144 - X}.$$

©BIU Santé

Enfin, l'*aréomètre Twaddle*, employé en Angleterre :

$$D = \frac{0{,}5X + 100}{100},$$

c'est-à-dire qu'il suffit de multiplier le degré par 5 et d'ajouter 1.000 pour avoir le poids du litre en grammes.

Les points d'ébullition de l'acide sulfurique variables suivant sa teneur en eau, sont donnés par le tableau suivant :

POINT D'ÉBULLITION degrés centigrade.	SO^3HO pour 100.	POINT D'ÉBULLITION degrés centigrade.	SO^3HO pour 100.
101,0	5,0	170,0	70,0
102,0	10,0	174,5	72,0
103,5	15,0	180,5	74,0
105,0	20,0	189,0	76,0
106,5	25,0	199,0	78,0
108,0	30,0	207,0	80,0
110,0	35,0	218,5	82,0
114,0	40,0	227,0	84,0
118,5	45,0	238,5	86,0
124,0	50,0	251,5	88,0
128,5	53,0	262,5	90,0
133,0	56,0	268,0	91,0
141,5	60,0	274,5	92,0
147,0	62,5	281,5	93,0
153,5	65,0	288,5	94,0
161,0	67,5	295,0	95,0

Quant aux correspondances entre les densités et les degrés des principaux aréomètres, on les trouvera dans la table suivante :

	DENSITÉS			
	ARÉOMÈTRES			
DEGRÉS de l'aréomètre	CENTIGRADE de Gay-Lussac à + 15°	DE BRIX à + 15°	DE Twaddle.	DE BAUMÉ d'après Gay-Lussac à + 15°
0	1,0000	1,0000	1,000	1,0000
1	1,0101	1,0025	1,005	1,0069
2	1,0204	1,0050	1,010	1,0140
3	1,0309	1,0076	1,015	1,0212
4	1,0417	1,0101	1,020	1,0285
5	1,0526	1,0127	1,025	1,0358
6	1,0638	1,0152	1,030	1,0434
7	1,0753	1,0178	1,035	1,0509
8	1,0870	1,0204	1,040	1,0587
9	1,0989	1,0230	1,045	1,0665
10	1,1111	1,0256	1,050	1,0744
15	1,1765	1,0390	1,075	1,1160
20	1,2500	1,0526	1,100	1,1608
25	1,3333	1,0667	1,125	1,2095
30	1,4286	1,0811	1,150	1,2624
35	1,5385	1,0959	1,175	1,3202
40	1,6667	1,1111	1,200	1,3834
45	1,8182	1,1268	1,225	1,4531

©BIU Santé

DENSITÉS (*Suite*).

	ARÉOMÈTRES			
DEGRÉS de l'aréomètre.	CENTIGRADE de Gay-Lussac à + 15°.	DE BRIX à + 15°.	DE Twaddle.	DE BAUMÉ d'après Gay-Lussac + 15°.
—	—	—	—	—
50	2,0000	1,1429	1,250	1,3301
51	1,9608	1,1451	1,255	1,5466
52	1,9231	1,1494	1,260	1,5633
53	1,8868	1,1527	1,265	1,5804
54	1,8519	1,1561	1,270	1,5978
55	1,8181	1,1594	1,275	1,6158
56	1,7857	1,1628	1,280	1,6342
57	1,7544	1,1662	1,285	1,6529
58	1,7241	1,1696	1,290	1,6720
59	1,6949	1,1730	1,295	1,6916
60	1,6667	1,1765	1,300	1,7116
61	1,6393	1,1799	1,305	1,7322
62	1,6129	1,1834	1,310	1,7532
63	1,5873	1,1869	1,315	1,7748
64	1,5625	1,1905	1,320	1,7969
65	1,5385	1,1940	1,325	1,8195
66	1,5152	1,1976	1,330	1,8427
67	1,4925	1,2012	1,335	1,8667
68	1,4706	1,2048	1,340	1,8712
69	1,4493	1,2085	1,345	1,9163
70	1,4286	1,2121	1,350	1,9421
71	1,4085	1,2158	1,355	1,9686
72	1,3889	1,2195	1,360	1,9958
73	1,3699	1,2232	1,365	2,0238
74	1,3514	1,2270	1,370	»
75	1,3333	1,2308	1,375	»
80	1,2500	1,2500	1,400	»
85	1,1765	1,2698	1,425	»
90	1,1111	1,2903	1,450	»
95	1,0526	1,3115	1,475	»
100	1,0000	1,3333	1,500	»
105	»	1,3559	1,525	»
110	»	1,3793	1,550	»
115	»	1,4035	1,575	»
120	»	1,4286	1,600	»
125	»	1,4545	1,625	»
130	»	1,4815	1,650	»
135	»	1,5094	1,675	»
140	»	1,5385	1,700	»
145	»	1,5686	1,725	»
150	»	1,6000	1,750	»
155	»	1,6326	1,775	»
160	»	1,6667	1,800	»
165	»	1,7021	1,825	»
170	»	1,7351	1,850	»
175	»	1,7778	1,875	»
180	»	1,8182	1,900	»
185	»	1,8605	1,925	»
190	»	1,9048	1,950	»
195	»	1,9512	1,975	»
200	»	2,0000	2,000	»

Maintenant, la table suivante dressée par Bineau, donnera la richesse en acides monohydraté et anhydre, correspondante aux densités et degrés trouvés :

©BIU Santé

DEGRÉ Baumé.	DENSITÉ à 15 degrés.	100 PARTIES EN POIDS CONTIENNENT A 0 DEGRÉS En SO^3HO	A 0 DEGRÉS En SO^3	A + 15 DEGRÉS En SO^3HO	A + 15 DEGRÉS En SO^3
5,0	1,036	5,1	4,2	5,4	4,5
10,0	1,075	10,3	8,4	10,9	8,9
15,0	1,116	15,5	12,7	16,3	13,3
20,0	1,161	21,2	17,3	22,4	18,3
25,0	1,209	27,2	22,2	28,3	23,1
30,0	1,262	33,6	27,4	34,8	28,4
33,0	1,296	37,6	30,7	38,9	31,8
35,0	1,320	40,4	33,0	41,6	34,0
36,0	1,332	41,7	34,1	43,0	35,1
37,0	1,345	43,1	35,2	44,3	36,2
38,0	1,357	44,5	36,3	45,5	37,2
39,0	1,370	45,9	37,5	46,9	38,3
40,0	1,383	47,3	38,6	48,4	39,5
41,0	1,397	48,7	39,7	49,9	40,7
42,0	1,410	50,0	40,8	51,2	41,8
43,0	1,424	51,4	41,9	52,5	42,9
44,0	1,438	52,8	43,1	54,0	44,1
45,0	1,453	54,3	44,3	55,4	45,2
46,0	1,468	55,7	45,5	56,9	46,4
47,0	1,483	57,1	46,6	58,2	47,5
48,0	1,498	58,5	47,8	59,6	48,7
49,0	1,514	60,0	49,0	61,2	50,0
50,0	1,530	61,4	50,1	62,6	51,1
51,0	1,546	62,9	51,3	63,9	52,2
52,0	1,563	64,4	52,6	65,4	53,4
53,0	1,580	65,9	53,8	66,9	54,6
54,0	1,597	67,4	55,0	68,4	55,8
55,0	1,615	68,9	56,2	70,0	57,1
56,0	1,634	70,5	57,5	71,6	58,4
57,0	1,652	72,1	58,8	73,2	59,7
58,0	1,671	73,6	60,1	74,7	61,0
59,0	1,691	75,2	61,4	76,4	62,3
60,0	1,711	76,9	62,8	78,0	63,6
61,0	1,732	78,6	64,2	79,8	65,1
62,0	1,753	80,4	65,7	81,7	66,7
63,0	1,774	82,4	67,2	83,9	68,5
64,0	1,796	84,6	69,0	86,3	70,4
65,0	1,819	87,4	71,3	89,5	73,0
65,5	1,830	90,4	72,9	95,0	77,3
66,0	1,842	91,3	74,5	100,0	81,6
66,2	1,847	92,5	75,5	»	»
66,4	1,852	95,0	77,5	»	»
66,6	1,857	100,0	81,6	»	»

La méthode aréométrique est souvent suffisante, mais, outre qu'elle n'est pas entièrement exacte, elle est souvent inapplicable. Nous indiquerons en quelques mots, plusieurs procédés de dosage de l'acide combiné ou libre.

On sait que l'une des principales réactions caractéristiques de l'acide sulfurique ou des sulfates solubles est de fournir un abondant précipité blanc insoluble dans l'eau et les acides, avec les sels de baryte.

Pour utiliser cette réaction au dosage de l'acide sulfurique, on commence par acidifier légèrement avec de l'acide chlorhydrique le liquide dans lequel on doit doser l'acide sulfurique, puis on ajoute une solution de chlorure de

©BIU Santé

baryum (lorsque l'acide chlorhydrique précipite lui-même, on emploie l'acide azotique et l'azotate de baryte.) Le précipité se rassemble au fond du vase, on décante, puis on filtre et lave lentement à l'eau bouillante. Le filtre est ensuite séché et chauffé au rouge dans un creuset de platine; l'excès de poids permet, par un calcul fort simple, de déterminer la quantité d'acide sulfurique cherchée.

Comme les essais acidimétriques ont beaucoup de points communs avec les essais alcalimétriques, nous remettrons, ce que nous avons à en dire, après les détails que nous donnons un peu plus loin sur ces derniers.

Acide chlorhydrique. — Cet acide, malgré son bas prix, est quelquefois altéré volontairement ou non par l'addition de matières étrangères; le fabricant de papiers a intérêt à savoir si l'acide qu'il emploie est pur, ou tout au moins, dans quel état physique ou chimique cet acide se trouve.

On sait que l'acide chlorhydrique est très soluble dans l'eau. La dissolution est incolore lorsqu'il est pur. La coloration jaune qui existe souvent dans l'acide commercial indique la présence du chlorure de fer ou de matières organiques.

Cette dissolution lorsqu'elle est concentrée fume à l'air.

Le tableau suivant donne, d'après Deike, les quantités d'acide absorbées et les densités des solutions à diverses températures :

TEMPÉRATURE	VOLUME D'ACIDE H Cl absorbés.	DENSITÉ de la solution.	RICHESSE EN ACIDE p. 100.
0,00	525,2	1,2257	45,148
4,00	494,7	1,2265	44,361
8,00	480,3	1,2185	43,828
12,00	471,3	1,2148	43,277
14,00	462,4	1,2074	42,829
18,00	451,2	1,2064	42,344
18,25	450,7	1,2056	42,283
23,00	435,0	1,2014	41,536

D'après Roscœ, 1 gramme d'eau absorbe à la pression de 0m,760, et aux températures indiquées, les quantités d'acide chlorhydrique suivantes :

TEMPÉRATURE	QUANTITÉ D'H Cl EN GRAMMES
0	0gr 825
10	0 772
15	0 747
20	0 721
30	0 673
40	0 733
50	0 596
60	0 561

Quant aux concordances entre les densités et les degrés de l'aréomètre Baumé, elles sont consignées dans le tableau ci-après :

©BIU Santé

DEGRÉS	DENSITÉ	100 PARTIES contiennent à 0° H Cl.	100 PARTIES CONTIENNENT A + 15 DEGRÉS H Cl.	Acide à 20°.	Acide à 21°.	Acide à 22°.
0,0	1,000	0,0	0,1	0,3	0,3	0,3
1,0	1,007	1,4	1,5	4,7	4,4	4,2
2,0	1,014	2,7	2,9	9,0	8,6	8,1
3,0	1,022	4,2	4,5	14,1	13,3	12,6
4,0	1,029	5,5	5,8	18,1	17,1	16,2
5,0	1,036	6,9	7,3	22,8	21,5	20,4
6,0	1,044	8,4	8,9	27,8	26,2	24,4
7,0	1,052	9,9	10,4	32,6	30,7	29,1
8,0	1,060	11,4	12,0	37,6	35,4	33,6
9,0	1,067	12,7	13,4	41,9	39,5	37,5
10,0	1,075	14,2	15,0	46,9	44,2	42,0
11,0	1,083	15,7	16,5	51,6	48,7	46,2
12,0	1,091	17,2	18,1	56,7	53,4	50,7
13,0	1,100	18,9	19,9	62,3	58,7	55,7
14,0	1,108	20,4	21,5	67,3	63,4	60,2
15,0	1,116	21,9	23,1	72,3	68,1	64,7
16,0	1,125	23,6	24,8	77,6	73,2	69,4
17,0	1,134	25,2	26,6	83,3	78,5	74,5
18,0	1,143	27,0	28,4	88,9	83,0	79,5
19,0	1,152	28,7	30,2	94,5	89,0	84,6
20,0	1,161	30,4	32,0	100,0	94,4	89,6
20,5	1,166	31,4	33,0	103,3	97,3	92,4
21,0	1,171	32,3	33,9	106,1	100,0	94,9
21,5	1,175	33,0	34,7	108,6	102,4	97,2
22,0	1,180	34,1	35,7	111,7	105,3	100,0
22,5	1,185	35,1	36,8	115,2	108,6	103,0
23,0	1,190	36,1	37,9	118,6	111,8	106,1
23,5	1,195	37,1	39,0	122,0	115,0	109,2
24,0	1,199	38,0	39,8	124,6	117,4	111,4
24,5	1,205	39,1	41,2	130,0	121,5	115,4
25,0	1,210	40,2	42,4	132,7	125,0	119,0
25,5	1,212	41,7	42,9	134,3	126,6	120,1

Il arrive souvent que l'acide chlorhydrique du commerce renferme de l'acide sulfureux ; on le reconnaît par l'addition d'acide sulfhydrique, dans ce cas, du soufre est mis en liberté et produit un trouble blanchâtre. Cette réaction se trouve masquée par la présence du chlore ou du sesquichlorure de fer. L'acide chlorhydrique contenant de l'acide sulfureux décolore la solution de permanganate de potasse.

La présence de l'acide sulfurique est très fréquente, on la signale par le chlorure de baryum qui donne un précipité blanc.

L'acide du commerce renferme souvent du chlore dont on reconnaît la présence au moyen d'une dissolution d'amidon et d'iodure de potassium, il y a dans ce cas apparition d'une coloration bleue. On doit auparavant s'assurer si le réactif ne bleuit pas par l'addition de l'acide pur, cela indiquerait que l'iodure contient un peu d'iodate.

Le sesquichlorure de fer est signalé par le sulfhydrate d'ammoniaque; lorsqu'il est en quantité assez notable on peut le doser par l'ammoniaque.

L'acide chlorhydrique impur peut à l'évaporation laisser un résidu qui, outre le fer, peut contenir de la chaux, de la soude ou d'autres matières fixes. On

©BIU Santé

les reconnaît et on les dose par les procédés spéciau d'analyse dans le détail desquels nous ne pouvons entrer.

La présence du brome ou de l'iode se reconnaissent en ajoutant un peu d'eau de chlore, puis agitant avec du chloroforme; s'il y a du brome, la coloration est jaune, s'il y a de l'iode, on a une teinte violet rouge.

Il est intéressant de s'assurer que l'acide ne contient pas d'arsenic. On peut déceler sa présence par l'appareil de Marsh ou par le protochlorure d'étain.

Quant au dosage de l'acide chlorhydrique, il s'effectue soit à l'aide de l'aréomètre, soit par l'acidimétrie, soit enfin par notre méthode de dosage de l'argent au moyen des sulfocyanures alcalins dont nous parlerons plus loin.

Acide azotique. — Les acides du commerce renferment un ou plusieurs équivalents d'eau; les plus usités dans les essais sont ceux qui marquent 22, 32, 36, 40 degrés à l'aréomètre Baumé.

Comme pour les acides sulfurique et chlorhydrique, nous donnons ci-contre un tableau à l'aide duquel on déterminera immédiatement les diverses données intéressantes, le degré aréométrique étant connu :

DEGRÉ Baumé.	DENSITÉ	100 PARTIES CONTIENNENT			
		A LA TEMPÉRATURE DE 0°		A LA TEMPÉRATURE DE + 15°	
		En AzO^5HO	En AzO^5	En AzO^5HO	En AzO^5
—	—	—	—	—	—
0,0	1,000	0,0	0,0	0,2	0,1
1,0	1,007	1,1	0,9	1,5	1,3
2,0	1,014	1,2	1,9	2,6	2,2
3,0	1,022	3,4	2,9	4,0	3,4
4,0	1,029	4,5	3,9	5,1	4,4
5,0	1,036	5,5	4,9	6,3	5,4
6,0	1,044	6,7	5,9	7,6	6,5
7,0	1,052	8,0	6,9	9,0	7,7
8,0	1,060	9,2	7,9	10,2	8,7
9,0	1,067	10,2	8,7	11,4	9,8
10,0	1,075	11,4	9,8	12,7	10,9
11,0	1,083	12,6	10,8	14,0	12,0
12,0	1,091	13,8	11,8	15,3	13,1
13,0	1,100	15,2	13,0	16,8	14,4
14,0	1,108	16,4	14,0	18,0	15,4
15,0	1,116	17,6	15,1	19,4	16,6
16,0	1,125	18,9	16,2	20,8	17,8
17,0	1,134	20,2	17,3	22,2	19,0
18,0	1,143	21,6	18,5	23,6	20,2
19,0	1,152	22,9	19,6	24,9	21,3
20,0	1,162	24,2	20,7	26,3	22,5
21,0	1,171	25,7	22,0	27,8	23,8
22,0	1,180	27,0	23,1	29,2	25,0
23,0	1,190	28,5	24,4	30,7	26,3
24,0	1,199	29,8	25,5	32,1	27,5
25,0	1,210	31,4	26,9	33,8	28,9
26,0	1,221	33,1	28,4	35,5	30,4
27,0	1,231	34,6	29,7	37,0	31,7
28,0	1,241	36,2	31,0	38,6	33,1
29,0	1,252	37,7	32,3	40,2	34,5
30,0	1,263	39,1	33,5	41,5	35,6
31,0	1,274	41,1	35,2	43,5	37,3
32,0	1,285	42,6	36,5	45,0	38,6
33,0	1,197	44,4	38,0	47,1	40,

©BIU Santé

DEGRÉ Baumé.	DENSITÉ	100 PARTIES CONTIENNENT A LA TEMPÉRATURE DE 0° En AzO^3HO	En AzO^5	A LA TEMPÉRATURE DE +15° En AzO^3HO	En AzO^5
—	—	—	—	—	—
		(*Suite.*)			
34,0	1,308	46,1	39,5	48,6	41,7
35,0	1,320	48,0	41,1	50,7	43,5
36,0	1,332	50,0	42,9	52,9	45,3
37,0	1,345	51,9	44,5	55,0	47,1
38,0	1,357	54,0	46,3	57,3	49,1
39,0	1,370	56,2	48,2	59,6	51,1
40,0	1,383	58,4	50,0	61,7	52,9
41,0	1,397	60,8	52,1	64,5	55,3
42,0	1,410	63,2	54,2	67,5	57,9
43,0	1,424	66,2	56,7	70,6	60,5
44,0	1,438	69,0	59,1	74,4	63,8
45,0	1,453	72,2	61,9	78,4	67,2
46,0	1,468	76,1	65,2	83,0	71,1
47,0	1,483	80,2	68,7	87,1	74,7
48,0	1,498	84,5	72,4	92,6	79,4
49,0	1,514	88,4	75,8	96,0	82,3
49,5	1,524	90,5	77,6	98,0	84,0
49,9	1,530	92,2	79,0	100,0	85,7
50,0	1,532	92,7	79,5	»	»
50,5	1,541	95,0	81,4	»	»
51,0	1,549	97,0	83,4	»	»
51,5	1,559	100,0	85,7	»	»

Le tableau suivant dressé par Göbel est très utile, en ce sens qu'il permet de ramener à 15 degrés centigrades la densité exprimée en degrés Baumé, d'un acide dont on prendra le degré à une température plus élevée.

TEMPÉRATURE observée.	DEGRÉS BAUMÉ à ajouter pour ramener à +15°.	TEMPÉRATURE observée.	DEGRÉS BAUMÉ à ajouter pour ramener à +15°.	TEMPÉRATURE observée.	DEGRÉS BAUMÉ à ajouter pour ramener à +15°.
—	—	—	—	—	—
Degrés.					
45,0	3,63	35,0	2,10	25,0	0,90
44,5	3,56	34,5	1,98	24,5	0,80
44,0	3,48	34,0	1,92	24,0	0,76
43,5	3,40	33,5	1,85	23,5	0,72
43,0	3,32	33,0	1,79	23,0	0,67
42,5	3,23	32,5	1,73	22,5	0,63
42,0	3,15	32,0	1,67	22,0	0,59
41,5	3,08	31,5	1,62	21,5	0,55
41,0	3,00	31,0	1,56	21,0	0,52
40,0	2,92	30,5	1,50	20,5	0,48
40,5	2,85	30,0	1,45	20,0	0,45
39,5	2,73	29,5	1,34	19,5	0,36
39,0	2,65	29,0	1,29	19,0	0,33
38,5	2,58	28,5	1,23	18,5	0,29
38,0	2,50	28,0	1,18	18,0	0,25
37,5	2,43	27,5	1,13	17,5	0,20
37,0	2,36	27,0	1,08	17,0	0,13
36,5	2,29	26,5	1,03	16,5	0,07
36,0	2,23	26,0	0,99	16,0	0,05
35,5	2,16	25,5	0,94	15,5	0,02

©BIU Santé

L'acide azotique évaporé sur une lame de platine ne doit pas donner de résidu, sinon il contient des sels dont on devra déterminer la nature et la quantité.

Si on l'étend de trois ou quatre fois son volume d'eau distillée, on ne doit pas avoir de précipité, ni de trouble par l'azotate d'argent ou l'azotate de baryte, même après un certain temps, sinon le trouble indiquerait dans le premier cas, la présence de l'acide chlorhydrique ou d'un chlorure, et dans le second cas, celle de l'acide sulfurique ou d'un sulfate dissous.

Pour signaler la présence de l'iode, on sature l'acide à essayer avec du carbonate de soude, puis on verse le liquide dans un tube de verre de façon à le remplir à moitié; on ajoute un peu d'acide sulfurique et d'acide azotique fumant, puis on fixe une bande de papier imbibée d'empois d'amidon au-dessus du niveau du liquide et l'on abandonne le tout. Si le papier bleuit, c'est l'indice de la présence de l'iode.

On déterminera la force de l'acide azotique par la méthode aréométrique ou par l'acidimétrie, en utilisant notre méthode basée sur l'emploi des sulfocyanures alcalins.

BASES ALCALINES

Les principales bases ou sels à réactions alcalines employés dans l'industrie du papier sont les potasses et les soudes, les carbonates de potasse et de soude.

On confond d'ailleurs commercialement très souvent les carbonates alcalins avec les bases alcalines, en leur donnant les noms de potasses ou soudes brutes.

Potasse. — Les potasses du commerce ont des compositions très variables. Les moins estimées sont grisâtres. Cette nuance est due à la présence de certaines matières organiques acides. Les potasses blanches avec reflets bleuâtres sont recherchées; ces nuances sont dues à la présence du manganèse; quand elles sont rouges cela indique une certaine proportion de sesquioxyde de fer.

Généralement les potasses du commerce sont impures, le tableau suivant donne une idée de ces compositions d'après les provenances.

	TOSCANE	RUSSIE	AMÉRIQUE Rouge.	AMÉRIQUE Perlasse.	VOSGES
	—	—	—	—	—
Sulfate de potasse.	13,47	14,11	15,32	14,38	38,84
Chlorure de potassium. . .	0,95	2,09	8,15	3,64	9,16
Carbonate de potasse . . .	74,10	69,61	68,04	77,38	38,63
Carbonate de soude. . . .	3,00	3,09	5,85	2,31	4,17
Eau	7,28	8,82	0,00	4,56	5,34
Substances insolubles. . .	1,20	2,28	2,64	2,73	3,80
Degrés Descroizilles. . . .	56,0	53,1	55,0	54,1	31,5

Avant de donner quelques détails sur la détermination des titres des potasses et des soudes que l'on désigne sous le nom général d'alcalimétrie, nous rassemblons dans le tableau suivant les densités des solutions alcalines d'ammoniaque, de potasse et de soude en regard desquelles se trouvent les compositions en centièmes:

©BIU Santé

100 parties renferment.	Densités des solutions alcalines		
	AzH^3.	KO HO	NaO HO.
—	—	—	—
1	0,9959	1,009	1,012
2	0,9915	1,017	1,024
3	0,9873	1,025	1,035
4	0,9831	1,033	1,046
5	0,9790	1,041	1,058
6	0,9740	1,049	1,070
7	0,9709	1,058	1,081
8	0,9670	1,065	1,092
9	0,9631	1,074	1,103
10	0,9593	1,083	1,115
11	0,9556	1,092	1,126
12	0,9520	1,101	1,137
13	0,9484	1,110	1,148
14	0,9449	1,119	1,159
15	0,9414	1,128	1,170
16	0,9380	1,137	1,181
17	0,9347	1,146	1,192
18	0,9314	1,155	1,202
19	0,9283	1,166	1,213
20	0,9251	1,177	1,225
21	0,9221	1,188	1,236
22	0,9191	1,198	1,247
23	0,9162	1,209	1,258
24	0,9133	1,220	1,269
25	0,9106	1,230	1,279
26	0,9078	1,241	1,290
27	0,9052	1,252	1,300
28	0,9026	1,264	1,310
29	0,9001	1,276	1,321
30	0,8976	1,288	1,332
31	0,8953	1,300	1,343
32	0,8929	1,311	1,353
33	0,8907	1,324	1,363
34	0,8885	1,336	1,374
35	0,8864	1,349	1,384
36	»	1,361	1,395
37	»	1,374	1,405
38	»	1,387	1,415
39	»	1,400	1,426
40	»	1,412	1,437
41	»	1,425	1,447
42	»	1,438	1,457
43	»	1,450	1,468
44	»	1,462	1,478
45	»	1,475	1,488
46	»	1,488	1,499
47	»	1,499	1,509
48	»	1,511	1,519
49	»	1,525	1,529
50	»	1,539	1,540
51	»	1,552	1,550
52	»	1,565	1,560
53	»	1,578	1,570
54	»	1,590	1,580
55	»	1,604	1,591
56	»	1,618	1,601
57	»	1,630	1,611
58	»	1,642	1,622
59	»	1,655	1,633

©BIU Santé

100 PARTIES renferment.	DENSITÉS DES SOLUTIONS ALCALINES		
	AzH^3.	KO HO.	NaO HO.
		(Suite.)	
60	»	1,667	1,643
61	«	1,681	1,654
62	»	1,695	1,664
63	»	1,705	1,674
64	»	1,718	1,684
65	»	1,729	1,695
66	»	1,740	1,705
67	»	1,754	1,715
68	»	1,768	1,726
69	»	1,780	1,737
70	»	1,790	1,748

Pour le carbonate de potasse les chiffres sont les suivants :

100 PARTIES renferment en sel.	DENSITÉ de la solution à + 15°.	100 PARTIES renferment en sel.	DENSITÉ de la solution à + 15°.
1	1,0091	28	1,2789
2	1,0183	29	1,2900
3	1,0274	30	1,3010
4	1,0366	31	1,3126
5	1,0457	32	1,3242
6	1,0551	33	1,3358
7	1,0646	34	1,3473
8	1,0740	35	1,3588
9	1,0834	36	1,3708
10	1,0928	37	1,3828
11	1,1026	38	1,3948
12	1,1124	39	1,4067
13	1,1222	40	1,4187
14	1,1320	41	1,4310
15	1,1418	42	1,4434
16	1,1520	43	1,4557
17	1,1622	44	1,4681
18	1,1724	45	1,4804
19	1,1826	46	1,4931
20	1,1929	47	1,5059
21	1,2034	48	1,5186
22	1,2140	49	1,5313
23	1,2246	50	1,5451
24	1,2352	51	1,5573
25	1,2457	52	1,5705
26	1,2568	52,02	saturation 1,5708
27	1,2679		

ESSAIS ALCALIMÉTRIQUES

On donne le nom d'*alcalimétrie* à l'ensemble des opérations qui ont pour but de déterminer la quantité réelle d'alcali contenue dans les carbonates de potasse et de soude du commerce.

Comme nous venons de le voir, ces sels ne sont presque jamais purs. Ils renferment habituellement des matières insolubles, de l'eau, des chlorures et des sulfates. Dans la plupart des cas le seul corps important à doser dans la

©BIU Santé

potasse ou dans la soude du commerce est l'alcali libre ou carbonaté. Les autres matières ont ordinairement peu de valeur, et l'on ne cherche pas à en évaluer la proportion.

L'alcalimétrie repose sur le principe suivant :

Étant donnée une dissolution étendue d'alcali libre, de carbonate et de sulfate de potasse ou de soude, et de chlorure de potassium et de sodium, on ajoute à ce mélange un acide étendu par exemple de l'acide sulfurique faible. Cet acide porte uniquement son action sur l'alcali libre ou carbonaté; tant que l'acide n'est pas en assez grande quantité pour produire un sulfate neutre, la liqueur possède une réaction alcaline.

Lorsque la base est saturée, la liqueur devient neutre aux réactifs colorés. Mais pour peu que l'on dépasse le terme de saturation et que l'on ajoute une quantité d'acide sulfurique plus grande que celle qu'il faut employer pour produire le sel neutre MO SO^3, la liqueur rougit le tournesol. Ce caractère permet de saisir le moment où la saturation est terminée.

Si la potasse que l'on veut analyser, au lieu d'être un carbonate impur était de la potasse absolument pure KO, l'expérience montre que pour neutraliser 4^{gr},807 de cette potasse il faudrait employer exactement 5 grammes d'acide sulfurique monohydraté SO^3 HO.

La potasse et l'acide sulfurique se trouveraient alors dans le rapport d'équivalents égaux et leurs propriétés respectives alcalines et acides disparaîtraient.

Supposons que l'on opère sur 4^{gr},807 d'une potasse contenant de l'eau, de l'acide carbonique du chlorure de potassium et du sulfate de potasse. Il est évident que si pour la neutraliser, au lieu de 5 grammes d'acide sulfurique monohydraté, on n'emploie que 2^{gr},5 d'acide, c'est que cette potasse contient 50 p. 100 de potasse pure et 50 p. 100 de corps étrangers non alcalins.

On voit que dans les essais alcalimétriques, on apprécie la quantité de carbonate alcalin contenue dans un mélange salin, en déterminant la proportion d'acide sulfurique qu'il faut employer pour opérer la transformation du carbonate alcalin en sulfate neutre.

Descroizilles en 1804 introduisit un grand perfectionnement dans les analyses alcalimétriques et les rendit pratiques en substituant les mesures aux pesées. Il imagina un instrument particulier auquel il donna la nom d'*alcalimètre*, et qui est fondé sur ce principe que les diverses quantités d'alcali pur ou de carbonate que renferment les potasses du commerce sont proportionnelles aux quantités d'acide qu'elles exigent pour leur saturation.

En 1828 Gay-Lussac conservant le principe de Descroizilles rendit les essais définitivement exacts et rapides.

Au lieu de peser 4^{gr},807 de la potasse à essayer, on en pèse 48^{gr},07. On la dissout dans une quantité d'eau telle que la dissolution occupe 500 centimètres cubes, et au moyen d'une pipette de 50 centimètres cubes on en prélève la dixième partie qui contient par conséquent 4^{gr},807 de la potasse à essayer, puis on la porte dans le vase où la neutralisation doit être faite.

On peut donc ainsi faire dix analyses avec un échantillon. Pour la saturation on emploie naturellement de l'acide étendu.

Pour préparer une certaine quantité de cet acide faible appelé *acide sulfu-*

©BIU Santé

rique normal, on dissout 100 grammes d'acide sulfurique monohydraté dans une quantité d'eau suffisante pour compléter le volume à 1 litre. Cette liqueur contient l'acide sulfurique et l'eau dans le même rapport que l'acide de Descroizilles.

Nous n'insisterons pas sur les divers ustensiles employés qui sont les mêmes que ceux en usage dans toutes les méthodes volumétriques. Mais nous dirons que la burette alcalimétrique de Gay-Lussac, encore fort employée, est divisée en demi-centimètres cubes; 100 divisions de cette burette contiennent donc une quantité d'acide normal qui correspond à 5 grammes d'acide sulfurique monohydraté. Il est donc évident qu'une potasse essayée sous le poids de 4^{gr},807 qui emploierait pour sa neutralisation les 100 divisions d'acide sulfurique normal contenues dans la burette, serait de la potasse absolument pure, et qu'une autre potasse qui n'exigerait que 50 divisions d'acide normal contiendrait seulement 50 0/0 de son poids de potasse réelle.

Le nombre des divisions ou degrés de la burette alcalimétrique, exprime donc le *titre pondéral* de l'alcali soumis à l'expérience; 50 divisions de la burette indiquent que la potasse essayée contient par quintal métrique 50 kilogrammes de potasse pure.

Il ne faut pas confondre le *titre pondéral* avec le *degré alcalimétrique* d'un alcali.

Le degré alcalimétrique Descroizilles n'a pas la même valeur que le degré centésimal. Dans le procédé Descroizilles au lieu d'opérer dans chaque essai sur 4^{gr},807 de potasse, on opérait sur 5 grammes, et le degré alcalimétrique était le nombre des divisions d'acide sulfurique normal qu'il fallait employer pour la neutralisation.

Quand on dit qu'une potasse est à 70 degrés alcalimétriques cela signifie que 100 kilogrammes de cet alcali contiennent en potasse une quantité pouvant saturer 70 kilogrammes d'acide sulfurique concentré.

DÉTERMINATION DU TITRE PONDÉRAL D'UNE POTASSE

Pour déterminer le titre pondéral d'une potasse, on prélève plusieurs echantillons de la potasse à essayer. Ces échantillons sont mêlés ensemble, réduits en poudre et l'on en pèse 48^{gr},07. Cette quantité est introduite dans une éprouvette à pied qui contient un demi-litre jusqu'à un certain trait. On y verse 3 ou 4 décilitres d'eau et l'on facilite la dissolution du sel en l'écrasant avec un agitateur en verre.

Lorsque la dissolution est faite, l'agitateur est lavé soigneusement et l'on complète le demi-litre en ajoutant de l'eau jusqu'à ce que la surface du liquide affleure le trait marqué sur l'éprouvette.

On prend ensuite la dixième partie de la dissolution précédente, au moyen d'une pipette jaugée contenant 50 centimètres cubes. On vide la pipette dans un vase à précipité, placé sur une feuille de papier blanc pour permettre d'apprécier plus facilement les changements de couleur que doit éprouver la teinture

©BIU Santé

de tournesol qui a été ajoutée dans la dissolution alcaline de manière à la teindre légèrement en bleu.

Cette opération préliminaire étant terminée, on remplit la burette jusqu'à son zéro avec de l'acide sulfurique normal, et l'on verse peu à peu cet acide dans le vase à précipité, auquel on imprime un mouvement de giration.

La teinture de tournesol ne change pas d'abord de couleur et l'acide carbonique ne se dégage pas, parce que cet acide se porte sur le carbonate de potasse qui n'a pas encore été décomposé et produit du bicarbonate de potasse. Mais lorsque la moitié de la saturation est effectué, et qu'elle est arrivée aux 11/20 environ, l'acide carbonique commence à se dégager, et la liqueur prend une teinte d'un rouge vineux due à l'acide carbonique. On continue alors à ajouter l'acide normal sans cesser d'agiter la liqueur. On essaie de temps en temps sa réaction, en y plongeant une baguette de verre et en faisant avec cette baguette un trait sur un papier bleu de tournesol. Tant que la marque laissée sur le papier ne se colore pas en rouge *d'une manière permanente*, c'est que la réaction acide est due à l'acide carbonique, et qu'il reste encore du carbonate à décomposer. Mais lorsque la liqueur prend la teinte *pelure d'oignon*, et que le trait rouge fait sur le papier devient *persistant*, l'opération peut-être considérée comme terminée.

On lit alors sur la burette le nombre de divisions employées pour obtenir la saturation; s'il a fallu par exemple 65 divisions, c'est que la potasse contient les 65 centièmes de son poids *d'alcali réel*.

Ordinairement on ne se contente pas d'un seul essai; on en fait deux ou trois. Le premier sert à indiquer approximativement la limite de la saturation que l'on atteint avec plus d'exactitude en répétant l'expérience.

Il est utile de faire éprouver au titre observé une petite correction. En effet, pour reconnaître le moment où le carbonate de potasse est complètement décomposé, on est obligé d'ajouter un léger excès d'acide sulfurique afin de donner à la liqueur une teinte pelure d'oignon. Le titre obtenu est donc toujours trop fort. Pour le rendre exact il faut déterminer la quantité d'acide sulfurique qui a été ajoutée en excès.

Supposons que la dissolution étant neutre, on ajoute deux gouttes d'acide sulfurique en excès, afin d'obtenir une liqueur qui produise sur le papier tournesol des traits rouges persistants. Pour déterminer la valeur de ces deux gouttes et les retrancher de l'indication donnée par la burette, on examine combien il faut de gouttes d'acide normal pour remplir une division de la burette, et l'on calcule la fraction de centimètre cube que représentent les deux gouttes d'acide employées pour rendre la teinte rouge persistante. Si par exemple, chaque 1/2 centimètre cube ou chaque grande division de la burette correspond à 10 gouttes dans l'exemple que nous aurons choisi, il faudra retrancher 2 dixièmes de division pour obtenir le titre réel.

Le titre au lieu d'être 65 sera $65 - 0{,}2 = 64{,}8$. La potasse contiendra donc 64,8 p. 100 de son poids d'alcali réel, ou 648 kilogrammes par tonne.

Si l'on veut *titrer une dissolution de potasse* donnée on en remplit la pipette de 50 centimètres cubes, et l'on sature cette solution par l'acide sulfurique normal.

©BIU Santé

Supposons qu'il faille employer 40 divisions de la burette pour opérer la saturation. On détermine alors la quantité de potasse correspondante x par l'équation :

$$x = \frac{40 \times 4,807}{100} = 1,9228.$$

Ainsi 50 centimètres cubes de la dissolution alcaline contiennent 1gr,9228 de potasse ; 1 litre en contiendra 20 fois plus, soit 38gr,456.

Dosage du sulfate de potasse contenu dans une potasse du commerce. — Il est souvent intéressant de connaître la quantité de sulfate de potasse contenu par les potasses du commerce.

Dans ce cas, on pèse 248gr,435 de chlorure de baryum séché à l'air. On les dissout dans une quantité d'eau distillée telle que la dissolution occupe exactement un volume de 1 litre.

Cette liqueur porte le nom de *chlorure de baryum normal*. Sa composition est telle qu'elle précipite exactement son propre volume d'acide sulfurique normal. Le volume de la liqueur que l'on emploiera pour précipiter 4gr,807 de potasse du commerce exprimera donc le nombre de kilogrammes de potasse pure contenue à l'état de sulfate dans un quintal métrique de cette potasse.

S'il a fallu employer par exemple 20 divisions de la burette pour précipiter exactement 4gr,807 de la potasse à analyser, c'est que cette potasse contient 20 centièmes de potasse KO à l'état de sulfate de potasse KO SO^3 ; pour déterminer par le calcul combien ces 20 parties de potasse doivent former de sulfate de potasse, on aura l'équation suivante :

$$47\ x = 87 \times 20 \text{ d'où } x = 37$$

La potasse essayée contiendra donc 37 p. 100 de sulfate de potasse.

On reconnaît à l'aide de décantations et de filtrations répétées le terme de la précipitation du sulfate de potasse par le chlorure de baryum.

Avant de verser le chlorure de baryum normal dans la dissolution de potasse, il faut décomposer par un acide tout le carbonate qu'elle contient ; sans cette précaution une partie du chlorure de baryum serait précipitée à l'état de carbonate de baryte et l'analyse serait inexacte. On emploie pour cette décomposition un léger excès d'acide chlorhydrique ou d'acide azotique.

Analyse d'un mélange de carbonate de potasse de sulfate de potasse et de chlorure de potassium. — Les deux premiers sels sont dosés, l'un par l'acide sulfurique normal, l'autre par le chlorure de baryum normal, comme il vient d'être dit. Quant au chlorure de potassium, on peut facilement en déterminer la proportion avec une dissolution titrée d'azotate d'argent. On opère sur un poids connu de la potasse à essayer que l'on sature préalablement avec de l'acide azotique.

Analyse d'un mélange de carbonate de potasse et de carbonate de soude. — On transforme ces deux sels en chlorures au moyen de l'acide chlorhydrique et l'on chasse l'excès d'acide par la calcination. On prend 50 grammes du mélange

©BIU Santé

que l'on fait dissoudre dans l'eau et que l'on analyse en déterminant l'abaissement de température qu'il produit en se dissolvant dans l'eau.

On peut aussi pour déterminer la soude dans les potasses employer le procédé suivant :

DÉTERMINATION DE LA SOUDE DANS LES POTASSES

Cette recherche a souvent de l'intérêt. Le procédé suivant est dû à Grœger.

On dissout 6gr,911 de la matière à essayer, dans 100 centimètres cubes d'eau, puis on recueille et l'on pèse les matières insolubles. On dose volumétriquement dans une partie de la liqueur les acides sulfurique et chlorydrique combinés, puis on les transforme par le calcul en sels de potasse et par différence on obtient le poids des carbonates alcalins purs.

D'autre part on titre le carbonate par une solution normale d'acide azotique (63 grammes d'acide Az O^5 HO par litre correspondant à 69 grammes de carbonate de potasse KO CO^2).

Le tableau suivant donne le rapport des carbonates :

KO CO^2		Na O CO^2		ACIDE NORMAL
—		—		—
gr.		gr.		c. c.
1,00	plus	0,00	exige	14,47
0,95	—	0,05	—	14,69
0,90	—	0,10	—	14,92
0,85	—	0,15	—	14,14
0,80	—	0,20	—	15,35
0,75	—	0,25	—	15,57
0,70	—	0,30	—	15,79
0,65	—	0,35	—	16,01
0,60	—	0,40	—	16,23
0,55	—	0,45	—	16,45
0,50	—	0,50	—	16,67
0,45	—	0,55	—	16,89
0,40	—	0,60	—	17,11
0,35	—	0,65	—	17,33
0,30	—	0,70	—	17,55
0,25	—	0,75	—	17,76
0,20	—	0,80	—	17,97
0,15	—	0,85	—	18,19
0,10	—	0,90	—	18,40
0,05	—	0,95	—	18,62
0,00	—	1,00	—	18,84

La table suivante fournit les quantités de carbonate de potasse correspondantes aux degrés alcalimétriques :

©BIU Santé

DEGRÉ alcalimétrique.	CARBONATE de potasse.	DEGRÉ alcalimétrique.	CARBONATE de potasse.
1	1,41	37	52,18
2	2,82	38	53,59
3	4,23	39	55,00
4	5,64	40	56,41
5	7,05	41	57,82
6	8,46	42	59,23
7	9,87	43	60,65
8	11,28	44	62,06
9	12,69	45	63,47
10	14,10	46	64,88
11	15,51	47	66,29
12	16,92	48	67,70
13	18,83	49	69,11
14	19,74	50	70,52
15	21,15	51	71,93
16	22,56	52	73,34
17	23,97	53	74,75
18	25,38	54	76,16
19	26,79	55	77,57
20	28,21	56	78,98
21	29,62	57	80,39
22	31,03	58	81,80
23	32,44	59	83,21
24	33,85	60	84,62
25	35,26	61	86,03
26	36,67	62	87,44
27	38,08	63	88,85
28	39,49	64	90,26
29	40,90	65	91,67
30	42,31	66	93,08
31	43,72	67	94,49
32	45,13	68	95,90
33	46,54	69	97,31
34	47,95	70	98,73
35	49,36	71	100,13
36	50,77		

Comme on a pu le voir, le procédé de dosage que nous venons de décrire n'est pas à l'abri de certaines causes d'erreur souvent assez importantes.

Certaines substances accompagnant les potasses ou les soudes se comportent en présence de l'acide sulfurique comme l'alcali lui-même carbonaté ou non. La présence de ces substances peut par conséquent être une cause d'erreur, parce que tous ces corps sont comptés dans le calcul de l'analyse comme étant de l'alcali, et font par conséquent considérer la matière essayée comme étant meilleure qu'elle ne l'est réellement.

Une partie de la matière constituée par des carbonates de chaux ou de magnésie, peut être insoluble dans l'eau; on s'en débarrasse par un filtrage, en ayant soin de bien laver le filtre.

D'autres corps, tels que le sulfure de sodium, le sulfite, l'hyposulfite de soude, solubles dans l'eau, se rencontrent notamment dans les soudes brutes. En ajoutant de l'acide sulfurique, l'hydrogène sulfuré et l'acide sulfureux sont mis en liberté comme l'acide carbonique; il y a donc là une cause d'erreur que l'on peut écarter (dans les soudes, car dans les potasses ces corps sont géné-

©BIU Santé

ralement sans importance) en mélangeant intimement l'échantillon avec une petite quantité de chlorate de potasse; on chauffe doucement au rouge dans un creuset de porcelaine avant d'opérer la dissolution de la substance pour la soumettre à l'analyse.

En agissant ainsi, on dégage de l'oxygène qui transforme les sels précédents en sulfate; ces derniers ne nuisent plus alors aux résultats de l'essai.

Quant à la silice que l'on rencontre assez souvent combinée à la potasse, on n'a pas encore trouvé le moyen d'écarter la cause d'erreur, petite il est vrai, qu'elle apporte au procédé.

Mais nous insisterons davantage sur le procédé lui-même en ce qui touche et ce qui concerne le corps indicateur employé, nous voulons dire la teinture de tournesol.

A la lumière artificielle tout d'abord, l'essai est pour ainsi dire impraticable ou du moins très difficile. Les teintes rouges, bleues ou violettes ne se distinguent pas bien, le passage de l'une à l'autre est pour ainsi dire impossible à saisir. Au jour même on est exposé, même avec une longue pratique du procédé, à des erreurs souvent grossières.

On a proposé d'autres substances indicatrices, la coralline par exemple, qui est colorée en rouge pourpre par les alcalis et décolorée par les acides.

On a proposé aussi la tropéoline ou orange n° 4 Poirrier (phényl-amidoazobenzol sulfoconjugué), qui est colorée en jaune clair par les alcalis, couleur qui vire au jaune rouge par un excès d'acide.

Mais ces corps ne donnent pas en somme des indications beaucoup plus nettes que la teinture de tournesol. Dans l'emploi de cette dernière on a à craindre aussi la présence des bicarbonates ou de l'acide carbonique libre dans la liqueur; dans ce cas, l'indication par l'apparition ou le changement de couleur est encore faussée.

Lorsque l'on emploie le tournesol, il faut titrer à l'ébullition pour chasser l'acide carbonique dont la présence empêche de distinguer nettement la coloration rouge, en produisant une nuance rouge violet intermédiaire. On ne doit considérer la saturation comme terminée que si la nuance rouge pelure persiste après quelques minutes d'ébullition.

ESSAIS ACIDIMÉTRIQUES

M. Violette a proposé l'usage de l'alcalimètre Gay-Lussac pour l'essai des acides du commerce. Il suffit d'ajouter aux réactifs de l'alcalimètre une dissolution de saccharate de chaux, et d'opérer avec les mêmes ustensiles et de la même manière que pour les essais de potasse.

Le principe du procédé est le suivant :

Si l'on sature par les quantités b et b' d'une même base les quantités a et a' de deux acides différents dont les équivalents sont e et e', on aura :

$$\frac{a}{a'} = \frac{e}{e'} \times \frac{b}{b'}.$$

Si l'on prend pour la valeur de a, 1 gramme de l'acide à essayer, et pour la

©BIU Santé

valeur de a', 1 gramme d'acide sulfurique normal dont l'équivalent est $e' = 49$, et si l'on représente le titre centésimal de l'acide a ou la quantité d'acide réel contenue dans 100 parties par T, on a :

$$T = 100 \frac{e}{49} \times \frac{b}{b'}.$$

Les valeurs b, b', seront déterminées par les quantités de saccharate de chaux nécessaires pour saturer les acides et données par l'expérience. Quant à la valeur de e, elle se trouve dans les tables d'équivalents. En substituant cette dernière dans la formule précédente, on a les formules suivantes, donnant pour chaque acide son titre centésimal.

Acide sulfurique :

$$T = 100 \frac{49}{49} \times \frac{b}{b'} = 100 \frac{b}{b'}.$$

Acide chlorhydrique :

$$T = 100 \frac{36,5}{49} \times \frac{b}{b'} = 74,5 \frac{b}{b'}.$$

Acide azotique :

$$T = 100 \frac{63}{49} \times \frac{b}{b'} = 128,57 \frac{b}{b'}.$$

Et ainsi de suite pour les autres acides.

La préparation des réactifs est celle indiquée par Gay-Lussac et que nous venons d'exposer pour l'alcalimétrie.

Quant au saccharate de chaux, on le prépare en faisant digérer à froid 50 grammes de chaux caustique éteinte dans un litre d'eau contenant 100 grammes de sucre.

On emploie dans ces dosages :

Une burette graduée en 100 divisions de 1/2 centimètre cube chacune, destinée à mesurer la solution titrée de potasse ou de saccharate de chaux.

Une pipette pour mesurer les acides, contenant 10 centimètres cubes jusqu'à un point de repère. On ne doit pas la remplir par aspiration, mais en l'immergeant dans le liquide jusqu'au dessus du trait.

Une éprouvette à pied contenant 500 centimètres cubes jusqu'à un trait de repère.

Un vase à précipiter à fond plat pour l'essai des acides.

Un agitateur en verre.

Voyons comment nous pourrons appliquer ce procédé à l'essai d'un acide sulfurique marquant 55° à l'aréomètre Baumé et d'une densité égale à 1,616. L'essai se compose de deux opérations :

Première opération. — On pèse 50 grammes de cet acide sulfurique, puis on le verse dans l'éprouvette à pied en l'étendant d'eau, de manière à compléter le demi-litre. On prend avec la pipette 50 centimètres cubes de cette dissolution (représentant 1 gramme de l'acide), après l'avoir mise dans le vase à essai et l'avoir rougie avec quelques gouttes de teinture de tournesol. On y verse goutte à goutte une solution de saccharate de chaux, à l'aide de la burette alcalimé-

©BIU Santé

trique jusqu'à ce que la liqueur devienne bleue, ce qui indique une saturation complète.

Supposons que le nombre de divisions b soit $b = 35$.

Deuxième opération.—On prend avec la pipette 5 centimètres cubes d'acide sulfurique normal (contenant 1 équivalent d'acide sulfurique monohydraté SO^3HO); on le rougit avec la teinture de tournesol, et on le sature par le saccharate de chaux comme dans la première opération.

Supposons qu'on ait dû verser un nombre de divisions b' et que $b' = 50$. En substituant les valeurs de b et de b' dans l'expression établie précédemment, on aura :

$$T = 100\,\frac{b}{b'} = 70.$$

L'acide essayé contiendra donc 70 pour 100 d'acide sulfurique monohydraté. Pour convertir l'acide monohydraté en acide sulfurique anhydre, il faut multiplier le nombre obtenu T par 0,8163.

En résumé, dans les essais alcalimétriques et acidimétriques, quel que soit l'indicateur employé, on est exposé à commettre des erreurs que nous avons cherché à éviter dans les méthodes que nous avons publiées il y a vingt ans, et que nous allons indiquer en ce qui concerne leur application spéciale à l'alcalimétrie et à l'acidimétrie.

MÉTHODE ALCALIMÉTRIQUE ET ACIDIMÉTRIQUE
PAUL CHARPENTIER

Nous rappellerons brièvement le principe sur lequel est fondée cette méthode d'analyse qui peut s'appliquer, comme nous l'avons indiqué ailleurs, au dosage de plusieurs autres corps (1).

Lorsque l'on met en présence une dissolution d'un sel de peroxyde de fer, par exemple du sesquichlorure et une dissolution d'un sulfocyanure alcalin, on obtient une magnifique coloration rouge sang très intense. Cette réaction décèle les moindres traces de fer. On peut arriver ainsi à révéler dans une liqueur la présence de $\frac{1}{3.000.000}$ de fer; le dosage de $\frac{1}{300.000}$ est possible.

La réaction est la suivante :

$$3\,KC^2AzS^2 + Fe^2Cl^3 = Fe^2(C^2AzS^2)^3 + 3\,KCl;$$

c'est le sesquisulfocyanure de fer $Fe^2(C^2AzS^2)^3$ qui colore la liqueur en rouge sang.

Si donc dans une liqueur nous mettons à la fois en présence un excès

(1) Nous avons publié, en 1870, *Mémoires de la société des Ingénieurs civils, Comptes rendus* de l'Académie des sciences, 1871, cette méthode qui s'applique jusqu'à présent au dosage du fer, des alcalis, des acides, de l'azote, des oxydes de manganèse, de l'argent, du chlore, etc... Un allemand, M. Vollhard a tenté de s'approprier indûment la partie de cette méthode, qui concerne les dosages de l'argent et du chlore, en la publiant, en 1874, sous son nom, quatre ans après nous, dans le *Journal für praktische Chemie*.

©BIU Santé

d'alcali caustique, potasse, soude, ou ammoniaque, un peu de sesquioxyde de fer récemment précipité, et du sulfocyanure alcalin correspondant, que nous ajoutions ensuite peu à peu de l'acide chlorhydrique, cet acide commencera par saturer immédiatement et intégralement l'alcali, puis attaquant le sesquioxye de fer formera du sesquichlorure qui, en présence du sulfocyanure alcalin, donnera naissance au sesquisulfocyanure de fer rouge sang. La réaction avec la potasse sera la suivante :

$$KO + Fe^2O^3 + 3\,KC^2AzS^2 + 4\,HCl = 4\,KCl + 4\,HO + Fe^2(C^2AzS^2)^3.$$

On voit alors comment on procédera pour tirer de là une méthode alcalimétrique très sensible, très exacte, très rapide, évitant complètement les erreurs dues à l'emploi du tournesol.

Sachant qu'un poids donné de potasse pure sera saturé par un volume connu d'acide chlorhydrique, on fera une prise d'essai de la potasse ou de la soude du commerce à essayer, on la dissoudra et on l'étendra d'eau de façon à en faire un volume connu un demi-litre, ou un litre, et après avoir ajouté quelques traces de sesquioxyde de fer tout récemment précipité, en flocons, et un peu de sulfocyanure de potassium, on versera la liqueur acide titrée. Tant que l'alcali ne sera pas entièrement saturé, la liqueur restera complètement incolore; dès qu'une goutte d'acide restera libre dans la liqueur, la teinte rouge sang très intense qui apparaissait auparavant à chaque addition d'acide mais pour disparaître par l'agitation, restera permanente et indiquera la fin de l'essai de la façon la plus nette.

On procédera d'ailleurs pour les autres détails de l'opération comme dans la méthode alcalimétrique ordinaire.

Si pour un poids donné de potasse pure, on a employé N divisions de la burette (liqueur acide titrée), et pour le même poids de potasse commerciale à essayer seulement un nombre de divisions N′ (N′ < N), on aura pour la teneur T de l'échantillon en potasse pure le rapport $T = \frac{N'}{N}$.

Si l'on s'est arrangé de façon que N = 100, le titre deviendra en centièmes T = N′.

Si, par exemple, la potasse pure exige le versement de N = 100 divisions d'acide, et la potasse à essayer seulement N′ = 60, le titre pondéral en centièmes sera $T = \frac{60}{100} = 60$ pour 100.

Ce que nous venons de dire s'applique naturellement en principe à l'essai des soudes. En outre, on voit que cette méthode est aussi bien acidimétrique qu'alcalimétrique; il suffit de procéder aux opérations dans un ordre inverse.

Pour obtenir le titre d'un acide, par exemple de l'acide sulfurique, on ajoutera à un poids donné de potasse pure dissoute et étendue à un volume fixe, du sulfocyanure de potassium et un peu de sesquioxyde de fer récemment précipité en flocons, puis l'on versera l'acide sulfurique pur normal jusqu'à apparition permanente de la teinte rouge sang, on aura un nombre de divisions versées N. On fera ensuite sur la même quantité de potasse le même essai avec l'acide commercial à titrer, et l'on trouvera un nombre de divisions versées N′

©BIU Santé

(naturellement $N' > N$). Le titre de l'acide essayé sera donné par le rapport $\frac{N}{N'}$.

Si, par exemple (par un simple calcul d'équivalents), on s'est arrangé pour que $N = 100$, et si l'on a trouvé $N' = 200$, l'acide commercial essayé ne contiendra que $\frac{N}{N'} = \frac{100}{200} = 50$ pour 100 d'acide pur.

S'il s'agit d'acides azotique, chlorhydrique, bromhydrique, etc..., on pourra verser l'alcali dans l'acide et éviter ainsi un calcul ; mais pour l'acide sulfurique, il faudra opérer comme nous venons de l'indiquer.

Nous n'insisterons pas; on voit combien par un simple calcul d'équivalents il est facile de déterminer les quantités d'alcalis purs et d'acides purs qui se neutralisent réciproquement; on pourra d'ailleurs pour cela se baser sur ce que nous avons dit précédemment relativement aux essais alcalimétriques et acidimétriques.

Soudes. — Comme les potasses, les soudes du commerce ont des compositions très variables. Ce sont des soudes dites caustiques ou des sels de soude.

On pourra se rendre compte de la diversité de ces matières par le tableau suivant, qui donne le titre en degrés Descroizilles.

Soude d'Alicante, gris cendré	55 à 60 degrés.
Soude de Carthagène, gris cendré	30 à 32 —
Soude de Ténériffe gris, très foncé	28 à 32 —
Soude de Narbonne, gris cendré	13 à 14 —
Soude d'Aigues-Mortes, gris cendré	2 à 7 —
Soude de varechs, brute noirâtre	4 à 5 —
Soude de varechs raffinée, blanc mat	2 à 3 —
Soude factice brute, violacée	18 à 34 —
Sel de soude brut, blanc jaunâtre	40 à 70 —
Sel de soude raffiné caustique, blanc mat	50 à 80 —
Sel de soude raffiné non caustique blanc mat	40 à 80 —
Cristaux de soude blanc, transparent	34 à 46 —
Natron d'Egypte ancien, brun sale	17 à 18 —
Natron d'Egypte nouveau, blanc mat	45 à 58 —
Natron de Barbarie, blanc mat	20 à 50 —

Généralement les dépôts caustiques des fabriques de soude sont vendus comme soudes caustiques à 85 degrés (54 degrés anglais).

La soude caustique doit être parfaitement blanche. Le commerce anglais généralement ne livre que deux qualités; la soude caustique blanche à 95 degrés Descroizilles ou 60 degrés anglais et la soude caustique blanche à 110 degrés Descroizilles ou 70 degrés anglais.

On compte ordinairement comme degré alcalimétrique tout ce qui dans l'essai est neutralisé par l'acide par conséquent le carbonate aussi bien que le caustique; mais ordinairement une soude caustique ne doit pas contenir plus de 3 p. 100 de carbonate.

En Allemagne, on comprend par degré alcalimétrique d'une soude caustique le degré caustique seul, déduction faite du carbonate, mais en l'exprimant en carbonate $NaO\,CO^2$ suivant la signification des degrés allemands.

Les tableaux suivants donneront une idée de la composition des soudes caustiques anglaises :

©BIU Santé

MATIÈRES COMPOSANTES	M. DAVIS		M. DAVIS		M. REUNER	
	à 60°	à 60°	à 70°	à 70°	à 60°	à 70°
Hydrate de sodium (NaO HO) . .	72,774	75,246	83,840	89,600	75,000	72,89
Carbonate de sodium.	1,419	2,536	4,686	2,481	1,50	9,20
Chlorure de sodium.	18,000	17,400	6,522	3,919	9,80	0,00
Sulfate de sodium.	6,462	4,398	4,526	3,419	10,38	14,90
Sulfite de sodium.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,80	0,00
Sulfure de sodium	0,063	0,027	0,025	0,025	0,30	0,00
Silicate de sodium	0,304	0,297	0,463	0,304	0,44	0,00
Aluminate de sodium.	traces	traces	traces	traces	0,31	0,00
Eau.	0,000	0,000	0,000	0,000	1,47	1,53
Parties insolubles.	0,000	0,000	0,000	0,000		1,48
	99,822	99,904	100,062	99,748	100,00	100,00
Degré caustique.	89,5	92,00	107,2	109,7	92	89,2
Degré carbonate	1,0	2,3	4,3	2,3	1,4	8,5
Degré total.	90,5	94,3	111,5	112	93,4	97,7

D'autres analyses faites sur des soudes françaises ont fourni les nombres suivants :

Humidité.	4,38	3,31	3,71
Hydrate de sodium (NaO HO)	75,21	72,65	86,10
Carbonate de sodium	5,58	9,82	3,69
Sulfate de sodium	3,41	2,00	2,60
Chlorure de sodium	11,32	12,22	3,90
	99,90	100,00	100,00
Degré caustique.	92	89,3	105,4
Degré carbonate.	5,2	9,1	3,4
Degré total.	97,2	98,4	108,8

Comme nous l'avons fait précédemment pour le carbonate de potasse nous donnons ci-après plusieurs tableaux indiquant les relations numériques qui lient les diverses données à connaître dans l'essai des carbonates de soude :

DISSOLUTION DE CARBONATE DE SOUDE ANHYDRE A + 15 DEGRÉS (GERLACH).

100 PARTIES CONTIENNENT EN SEL	DENSITÉ DE LA SOLUTION
1,00	1,0105
2,00	1,0210
3,00	1,0315
4,00	1,0420
5,00	1,0525
6,00	1,0631
7,00	1,0737
8,00	1,0843
9,00	1,0950
10,00	1,1057
11,00	1,1165
12,00	1,1274
13,00	1,1384
14,00	1,1495
14,35 solution saturée.	1,1536

©BIU Santé

QUANTITÉS DE SEL DISSOUS DANS 100 PARTIES D'EAU

TEMPÉRATURE d'après :	SEL ANHYDRE Mulder.	Poggiale.	Loewel.	SEL A 10 ÉQUIVALENTS d'eau. Loewel.
0,0	7,1	7,08	6,97	21,33
5,0	9,5	»	»	»
10,0	12,6	16,66	12,06	40,94
15,0	16,5	25,83	16,20	63,20
20,0	21,4	30,83	21,71	92,83
25,0	28,0	35,90	28,50	149,13
30,0	38,1	»	37,24	273,64
32,0	46,6	»	»	»
32,5	59,0	»	»	»
38,0	»	»	51,67	1.142,17
34 à 79	46,2	»	»	»
80,0	45,9	»	»	»
85,0	45,7	»	»	»
90,0	45,6	»	»	»
95,0	45,4	»	»	»
100,0	45,1	»	»	»
104,0	»	48,50	45,47	539,63

Volumes des solutions de carbonate de soude ($NaO\ CO^2$) à 5,10, et 15 p. 100 à diverses températures; le volume à 0 étant égal à 10.

TEMPÉRATURE	SOLUTION A 5 P. 100.	10 P. 100.	15 P. 100.
0	10,000	10,000	10,000
5	10,008	10,014	10,016
10	10,0185	10,029	10,0325
15	10,031	10,045	10,051
20	10,045	10,062	10,070
25	10,062	10,0815	10,090
30	10,080	10,101	10,112
35	10,099	10,121	10,136
40	10,119	10,144	10,160
45	10,141	10,168	10,185
50	10,165	10,192	10,210
55	10,191	10,220	10,236
60	10,220	10,246	10,263
65	10,249	10,275	10,290
70	10,278	10,304	10,318
75	10,308	10,334	10,348
80	10,339	10,364	10,379
85	10,370	10,395	10,409
90	10,402	10,426	10,439
95	10,433	10,455	10,468
100	10,464	10,488	10,499
A l'ébullition	10,468	10,494	10,510
Point d'ébullition	100°,5	101°,1	101°,8

Comme pour les potasses la valeur commerciale des soudes et sels de soude s'établit d'après leur richesse en alcali. On l'exprime en degrés qui sont toujours déterminés par les méthodes volumétriques.

Par le procédé de titrage à l'acide sulfurique analogue à celui employé pour la potasse, la soude caustique, carbonatée et sulfurée se trouve dosée comme

©BIU Santé

alcali utile. L'acide sulfurique décompose aussi les silicates et aluminates de soude, et la silice ou l'alumine n'agissent pas sur la matière colorante, mais ces matières sont en faible proportion et généralement négligeables.

Il suit de là que le titre alcalimétrique étant une mesure de comparaison basée sur une simple convention, est très différent suivant les pays d'où proviennent les alcalis.

Le *degré alcalimétrique allemand* indique le tant pour cent de carbonate de soude ($NaO\,CO^2$) renfermé dans la soude essayée. Dans ce cas le sulfure et l'hydrate se trouvent indiqués par une quantité équivalente de carbonate. Il en résulte que souvent des sels caustiques peuvent être donnés comme renfermant plus de 100 p. 100 de carbonate.

Le *degré alcalimétrique anglais* indique combien le sel contient de soude (NaO) utilisable. Il est basé sur un faux équivalent du sodium 32 au lieu de 31.

En France on vend les soudes au *degré Descroizilles*. Le degré Descroizilles indique combien de parties d'acide sulfurique pur sont neutralisées par 100 parties de soude à essayer.

En réunissant ces diverses manières de titrer et les appliquant à plusieurs produits purs, nous trouverons :

	DEGRÉS ALCALIMÉTRIQUES		
	DESCROIZILLES $SO^3\,HO$.	GAY-LUSSAC NaO.	ALLEMAND $NaO\,CO^2$
Soude NaO	158,06	100,00	170,96
Soude caustique NaO HO	122,25	77,25	132,50
Carbonate de soude NaO CO	92,45	58,49	100,00
Cristaux de soude $NaO\,CO^2\,10\,HO$	34,27	21,67	37,06
Bicarbonate de soude $NaO\,HO\,2CO^2$	58,33	36,90	63,08
Potasse KO	103,93	»	»
Potasse caustique KO HO	87,28	»	»
Carbonate de potasse KO CO	70,86	»	»

Nous donnons ci-après une table indispensable au fabricant de papier, au moyen de laquelle on peut immédiatement transformer l'un des degrés précédents, en tous les autres.

Comme nous l'avons dit, le degré anglais indique comme le degré Gay-Lussac la teneur en soude (NaO) utilisable, mais il est toujours un peu plus élevé que ce dernier, à cause de l'erreur commise dans l'équivalent :

DEGRÉS ALCALIMÉTRIQUES			
DESCROIZILLES $SO^3\,HO$.	ALLEMANDS $NaO\,CO^2$.	ANGLAIS NaO.	GAY-LUSSAC NaO.
0,79	0,83	0,51	0,5
1,58	1,71	1,01	1,0
2,37	2,56	1,52	1,5
3,16	3,42	2,03	2,0
3,95	4,27	2,54	2,5
4,74	5,13	3,04	3,0
5,53	5,98	3,55	3,5
6,32	6,84	4,05	4,0
7,11	7,69	4,56	4,5

©BIU Santé

DEGRÉS ALCALIMÉTRIQUES (*suite*).

DESCROIZILLES SO^3HO.	ALLEMANDS $NaO\ CO^2$.	ANGLAIS NaO.	GAY-LUSSAC NaO.
—	—	—	—
7,90	8,55	5,06	5,0
8,69	9,40	5,57	5,5
9,48	10,26	6,08	6,0
10,27	11,11	6,59	6,5
11,06	11,97	7,09	7,0
11,85	12,82	7,60	7,5
12,64	13,68	8,10	8,0
13,43	14,53	8,61	8,5
14,22	15,39	9,12	9,0
15,01	16,24	9,63	9,5
15,81	17,10	10,13	10,0
16,60	17,95	10,64	10,5
17,39	18,81	11,14	11,0
18,18	19,66	11,65	11,5
18,97	20,52	12,17	12,0
19,76	21,37	12,68	12,5
20,55	22,23	13,17	13,0
21,34	23,08	13,68	13,5
22,13	23,94	14,18	14,0
22,92	24,79	14,69	14,5
23,71	25,65	15,19	15,0
24,50	26,50	15,70	15,5
25,29	27,36	16,21	16,0
26,08	28,21	16,73	16,5
26,87	29,07	17,22	17,0
27,66	29,92	17,73	17,5
28,45	30,78	18,23	18,0
29,24	31,63	18,74	18,5
30,03	32,49	19,25	19,0
30,82	33,34	19,76	19,5
31,61	34,20	20,26	20,0
32,40	35,05	20,77	20,5
33,19	35,91	21,27	21,0
33,98	36,76	21,78	21,5
34,77	37,62	22,29	22,0
35,56	38,47	22,80	22,5
36,35	39,33	23,30	23,0
37,14	40,18	23,81	23,5
37,93	41,04	24,31	24,0
38,72	41,89	24,82	24,5
39,51	42,75	25,32	25,0
40,30	43,60	25,83	25,5
41,09	44,46	26,34	26,0
41,88	45,31	26,85	26,5
42,67	46,17	27,35	27,0
43,46	47,02	27,86	27,5
44,25	47,88	28,36	28,0
45,04	48,73	28,87	28,5
45,83	49,59	29,38	29,0
46,62	50,44	29,89	29,5
47,42	51,29	30,39	30,0
48,21	52,14	30,90	30,5
49,00	53,00	31,41	31,0
49,79	53,85	31,91	31,5
50,58	54,71	32,42	32,0
51,37	55,56	32,92	32,5
52,16	56,42	33,43	33,0

©BIU Santé

DEGRÉS ALCALIMÉTRIQUES (*suite*).

DESCROIZILLES SO^3HO.	ALLEMANDS $NaO\ CO^2$.	ANGLAIS NaO.	GAY-LUSSAC NaO.
—	—	—	—
52,95	57,27	33,94	33,5
53,74	58,13	34,44	34,0
54,53	58,98	34,95	34,5
55,32	59,84	35,46	35,0
56,11	60,69	35,96	35,5
56,90	61,55	36,47	36,0
57,69	62,40	36,98	36,5
58,48	63,26	37,48	37,0
59,27	64,11	37,90	37,5
60,06	64,97	38,50	38,0
60,85	65,82	39,00	38,5
61,64	66,68	39,51	39,0
62,43	67,53	40,02	39,5
63,22	68,39	40,52	40,0
64,01	69,24	41,03	40,5
64,81	70,10	41,54	41,0
65,60	70,95	42,04	41,5
66,39	71,81	42,55	42,0
67,18	72,66	43,06	42,5
67,97	73,52	43,57	43,0
68,76	74,37	44,07	43,5
69,55	75,23	44,58	44,0
70,34	76,08	45,08	44,5
71,13	76,94	45,59	45,0
71,92	77,80	46,10	45,5
72,71	78,66	46,60	46,0
73,50	79,51	47,11	46,5
74,29	80,37	47,62	47,0
75,08	81,22	48,12	47,5
75,87	82,00	48,63	48,0
76,66	82,93	49,14	48,5
77,45	83,78	49,64	49,0
78,24	84,64	50,15	49,5
79,03	85,48	50,66	50,0
79,82	86,34	51,16	50,5
80,61	87,19	51,67	51,0
81,40	88,05	52,18	51,5
82,19	88,90	52,68	52,0
82,98	89,76	53,19	52,5
83,77	90,61	53,70	53,0
84,56	91,47	54,20	53,5
85,35	92,32	54,71	54,0
86,14	93,18	55,22	54,5
86,93	94,03	55,72	55,0
87,72	94,89	56,23	55,5
88,52	95,74	56,74	56,0
89,31	96,60	57,24	56,5
90,10	97,45	57,75	57,0
90,89	98,31	58,26	57,5
91,68	99,16	58,76	58,0
92,47	100,02	59,27	58,5
93,26	100,87	59,77	59,0
94,05	101,73	60,28	59,5
94,84	102,58	60,79	60,0
95,63	103,44	61,30	60,5
96,42	104,30	61,80	61,0
97,21	105,15	62,31	61,5

©BIU Santé

DEGRÉS ALCALIMÉTRIQUES (*suite*).

DESCROIZILLES SO^3HO.	ALLEMANDS $NaO\,CO^2$.	ANGLAIS NaO.	GAY-LUSSAC NaO.
—	—	—	—
98,00	106,01	62,82	62,0
98,79	106,86	63,32	62,5
99,58	107,72	63,83	63,0
100,37	108,57	64,33	63,5
101,16	109,43	64,84	64,0
101,95	110,28	65,35	64,5
102,74	111,14	65,85	65,0
103,53	111,99	66,36	65,5
104,32	112,85	66,87	66,0
105,11	113,70	67,37	66,5
105,90	114,56	67,88	67,0
106,69	115,41	68,39	67,5
107,48	116,27	68,89	68,0
108,27	117,12	69,40	68,5
109,06	117,98	69,91	69,0
109,85	118,83	70,41	69,5
110,64	119,69	70,92	70,0
111,43	120,53	71,43	70,5
112,23	121,39	71,93	71,0
113,02	122,24	72,44	71,5
113,81	123,10	72,95	72,0
114,60	123,95	73,45	72,5
115,39	124,81	73,96	73,0
116,18	125,66	74,47	73,5
116,97	126,52	74,97	74,0
117,76	127,37	75,48	74,5
118,55	128,23	75,99	75,0
119,34	129,08	76,49	75,5
120,13	129,94	77,00	76,0
120,92	130,79	77,51	76,5
121,71	131,65	78,01	77,0
122,50	132,50	78,52	77,5

Si nous résumons les principaux produits en soude que livre le commerce, nous trouvons :

1° La *soude brute* telle qu'elle provient du four à soude. Elle renferme un grand nombre de matières, en quantités souvent très variables et dont le tableau suivant donnera une idée pour les soudes anglaises :

©BIU Santé

	LIVERPOOL		NEWCASTLE	GLASCOW
	MURPHY	MUSPRATT	RICHARDSON	BROWN
Hydrate de soude NaO HO	0,00	8,27	25,64	0,79
Carbonate de soude NaO CO^2	41,49	28,89	9,89	35,64
Silicate de soude	1,26	0,00	0,00	0,00
Aluminate de soude	0,40	0,00	0,00	2,34
Sulfate de soude	0,75	0,85	3,65	1,07
Chlorure de sodium	1,30	3,10	0,59	1,90
Sulfure de sodium	0,00	0,40	0,00	1,14
Chaux	9,30	9,25	7,30	12,29
Sulfure de calcium	33,20	25,85	28,27	23,08
Carbonate de chaux	0,85	14,25	15,66	0,00
Sulfite, hyposulfite de chaux	0,00	0,00	0,00	0,00
Polysulfures de calcium	0,00	0,00	0,00	0,00
Magnésie	0,00	2,00	0,00	0,00
Silicate de magnésie	0,00	0,00	0,89	3,75
Sulfate de magnésie	0,00	0,00	0,00	0,00
Silice	0,00	0,00	0,00	0,00
Phosphates terreux	0,00		0,00	0,00
Oxyde de fer	3,40	6,05	0,00	0,00
Alumine	1,05		0,00	0,00
Sulfure de fer	0,00	0,00	1,21	4,91
Outremer	0,00	0,00	0,00	0,28
Sable	2,25	0,00	0,43	4,29
Charbon	4,75	0,00	4,27	8,02
Eau	0,00	1,09	2,18	0,50
	100,00	100,00	100,00	100,00

2° *Sels de soude ou soude raffinée.* — Les produits français comprennent les sels de soude caustiques et les sels de soude carbonatés. Ces divers sels se vendent à des richesses très différentes.

Quand le titre dépasse 60 degrés Descroizilles le sel est dit riche ou à haut titre.

Ordinairement on emploie des sels à 80 degrés.

3° *Cristaux de soude.* — Ces cristaux renferment 10 équivalents d'eau ou environ 60 p. 100.

4° *Soude caustique.* — Elle se fabrique presque exclusivement en Angleterre à cause du bas prix du combustible.

On livre également dans le commerce des carbonates de soude et des lessives de soude de compositions très diverses; nous indiquerons les principales :

Soudes caustiques.

Soude caustique 70 / 72 *pour* 100.

Hydrate de soude (NaO HO)	86,730
Carbonate de soude	4,975
Chlorure de sodium	3,880
Sulfate de soude	2,915
Allmine, chaux, etc.	0,130
Eau	1,370
	100,000

©BIU Santé

Soude caustique 75/76 *pour* 100.

Hydrate de soude	93,470
Carbonate de soude	4,000
Chlorure de sodium	2,040
Sulfate de soude	0,120
Alumine, chaux	0,060
Eau	0,310
	100,000

Soude caustique en poudre dite double (*refined powdered* 98 *per* 100).

Hydrate de soude	97,300
Carbonate de soude	1,200
Chlorure de sodium	0,100
Sulfate de soude	0,100
Eau	1,100
	100,000

Lessives de soude.

Lessive française.

Carbonate de soude	45
Soude caustique	15
Silicate de soude	20
Acide oléique	3
Résine	8
Lichen carragahen	3
Eau	6
	100

Le *lichen carragahen* est un *fucus* que l'on trouve en abondance sur certaines parties des côtes de l'Océan et de la Manche. Il donne 75 à 80 p. 100 de substance gélatineuse analogue à la gélose :

Lessive caustique.

Carbonate de soude	45
Eau	20
Panama	5
Oléine	1
Silicate de soude	15
Résine	6
Soude caustique	8
	100

Lessive du progrès.

Carbonate de soude	30
Soude caustique	30
Silicate de soude	25
Huile de coco	6
Gelée d'algues	9
	100

Lessive ammonine.

Carbonate de soude	21,20
Sulfure de calcium	1,90
Silice et argile	36,10
Carbonate de chaux	34,80
Magnésie	1,70
Eau	4,30
	100,00

©BIU Santé

Lessive désinfectante à l'azone.

Carbonate de soude	50
Savon d'acide oléique	10
Argile	10
Eau	30
	100

Lessive adipeuse ou soude adipeuse.

Carbonate de soude	57,30
Soude	5,84
Résine	13,83
Silice	1,73
Eau	21,30
	100,00

Carbonates de soude.

Cristaux de soude ordinaires.

Carbonate de soude	34,22
Soude caustique	0,10
Sulfate de soude	2,54
Chlorure de sodium	0,27
Eau	62,87
	100,00

Cristal carbonate.

Carbonate de soude	82,00
Chlorure de sodium	0,25
Sulfate de soude	traces
Eau	17,75
	100,00

Soude moulée.

Carbonate de soude anhydre	80
Eau	20
	100

Soude Solvay.

Carbonate de soude	99,632
Carbonate de magnésie	0,021
Carbonate de chaux	0,071
Alumine	0,009
Sesquioxyde de fer	0,003
Chlorure de sodium	0,064
Silice et charbon	0,053
Eau	0,147
	100,000

©BIU Santé

ESSAIS DES SOUDES

Dans ces essais, on cherche à déterminer le carbonate, le caustique et le sulfure.

TITRE PONDÉRAL D'UNE SOUDE

Le carbonate de soude du commerce n'a de valeur que par la soude qu'il contient à l'état de carbonate ou à l'état caustique.

On en détermine le titre par une méthode entièrement semblable à celle que nous avons décrite pour la potasse. Seulement comme l'équivalent de la soude est plus léger que celui de la potasse, il faut moins de soude pour saturer la même quantité d'acide, et au lieu d'opérer sur 4gr,807 on n'emploiera que 3gr,185 de la soude à titrer.

Si cette quantité représentait de la soude pure, elle exigerait pour sa saturation 5 grammes d'acide sulfurique concentré, ou 100 demi-centimètres cubes d'acide sulfurique normal (100 divisions de la burette alcalimétrique de Gay-Lussac).

Pour faire l'analyse d'une soude du commerce, on dissout donc 31gr,85 de la soude à essayer dans une quantité d'eau telle que la dissolution occupe un volume de 500 centimètres cubes. On prend 50 centimètres cubes de cette liqueur avec la pipette et l'on opère la saturation en suivant les précautions que nous avons signalées.

S'il faut pour la neutralisation 40 divisions de la burette, c'est que la soude essayée contient les 40 centièmes de son poids de soude pure NaO.

Beaucoup plus que pour la potasse la présence des sulfures, des sulfites et des hyposulfites est nuisible. On doit transformer ces composés en sulfates en calcinant la soude avec quelques centièmes de chlorate de potasse.

Tout ce que nous avons dit de l'application de notre méthode de dosage dans le cas de la potasse peut se répéter pour l'essai des soudes.

Quand on emploie le tournesol, on est obligé, sous peine de n'avoir aucune certitude dans l'essai, d'opérer à l'ébullition.

Ajoutons que les degrés Descroizilles s'appliquent tout aussi bien à la soude caustique qu'à la soude carbonatée. C'est ainsi que 3gr,875 de soude NaO, 5 grammes de soude NaO HO; et 6gr,625 de carbonate de soude NaO CO^2, présentent le même titre alcalimétrique exigeant la même quantité d'acide SO^3HO soit 6gr,125 pour la saturation. Pour apprécier d'une manière suffisamment exacte la proportion de soude caustique renfermée dans l'échantillon analysé, on peut décomposer la soude par un excès de chlorure de baryum.

Le carbonate alcalin produit du carbonate de baryte, tandis que la soude libre forme avec le chlorure de baryum une quantité de baryte libre qui est proportionnelle à son poids.

On jette la liqueur sur un filtre qui retient le carbonate de baryte produit par le carbonate de soude. On lave le précipité et l'on fait passer dans les liqueurs

©BIU Santé

réunies aux eaux de lavage un courant d'acide carbonique. Le poids de carbonate de baryte obtenu en second lieu indique la proportion de soude libre renfermée dans le carbonate de soude essayé.

Notre but n'est pas de donner ici des méthodes complètes et détaillées pour le dosage de toutes les matières que l'on rencontre dans les soudes commerciales, nous renverrons le lecteur pour ces points particuliers, aux traités spéciaux.

ESSAIS DES CHLORURES DE CHAUX. — CHLOROMÉTRIE

Comme nous l'avons vu, le chlorure de chaux est une des principales matières employées dans l'industrie du papier, il importe donc de pouvoir, arriver facilement à l'essayer.

Cette propriété que possèdent les alcalis et les terres alcalines d'absorber de grandes quantités de chlore et de le restituer entièrement sous l'influence des acides les plus faibles est très précieuse pour l'industrie du papier en particulier. Elle permet, en effet, de concentrer le chlore, substance gazeuse et peu soluble dans l'eau, et de le transporter sans plus de frais que les corps solides ou liquides dans les lieux éloignés des centres de fabrication.

Le chlorure de chaux étant toujours un mélange de chlorure de calcium, d'hypochlorite de chaux et de chaux en excès, il est important, pour le fabricant de papier, de pouvoir déterminer par un procédé à la fois simple et rapide la quantité de substance utile contenue dans le chlorure de chaux, c'est-à-dire la proportion de chlore qu'un chlorure de chaux peut dégager sous l'influence des acides.

Cette détermination porte le nom de *chlorométrie*.

Les premiers essais de chlorométrie étaient fondés sur la propriété que présente le chlore, soit libre, soit saturé par les acides faibles ou par la chaux, de détruire les matières colorantes.

On appréciait le titre des chlorures décolorants en déterminant le volume d'une dissolution titrée d'indigo que ces chlorures pouvaient décolorer.

Balland, de Toul, et après lui Marozeau, proposèrent de déduire le titre des chlorures décolorants de la quantité de protochlorure de mercure que ces composés peuvent dissoudre en le transformant en bichlorure.

Un des procédés employés aujourd'hui pour titrer un chlorure décolorant est le suivant, qui est dû à Gay-Lussac.

Ce procédé est fondé sur la propriété que possède l'acide arsénieux en dissolution dans l'acide chlorhydrique faible de se changer, sous l'influence du chlore et de l'eau, en acide arsénique comme l'indique la réaction suivante :

$$AsO^3 + 2HO + 2Cl = AsO^5 + 2HCl.$$

En faisant réagir sur des quantités égales d'acide arsénieux différents échantillons de chlorure de chaux pris sous le même poids, le titre de ces chlorures sera d'autant plus élevé qu'il faudra moins en employer pour transformer en acide arsénique, la même quantité d'acide arsénieux.

Si l'on ajoute de la teinture d'indigo à la dissolution d'acide arsénieux dans l'acide chlorhydrique, la matière colorante n'est pas détruite tant qu'il

©BIU Santé

reste de l'acide arsénieux à transformer en acide arsénique; ce qui prouve que le chlore agit plus tôt sur l'acide arsénieux que sur l'indigo; mais dès que l'acide arsénieux est transformé en acide arsénique et que le chlore ne trouve plus d'acide arsénieux sur lequel il puisse porter son action, l'indigo est détruit instantanément. On peut donc reconnaître ainsi le moment où la suroxydation de l'acide arsénieux est complète.

Pour faire l'essai d'un chlorure de chaux, on prépare d'abord une dissolution arsénieuse telle que cette dissolution soit transformée en acide arsénique par son propre volume de chlore sec à la pression de $0^{m},760$ et à la température de zéro.

Cette liqueur s'obtient facilement en dissolvant $4^{gr},440$ d'acide arsénieux pur dans 2 à 3 décilitres d'acide chlorhydrique étendu d'environ son volume d'eau et en introduisant cette dissolution dans une carafe de 1 litre qu'on achève de remplir avec de l'eau à la température ordinaire. On donne à cette liqueur le nom de *dissolution arsénieuse normale*.

S'il faut 2 litres d'eau de chlore ou de dissolution de chlorure de chaux pour peroxyder complétement 1 litre de la liqueur arsénieuse normale, c'est que ces deux litres de liqueur contiennent 1 litre de chlore ou $3^{gr},170$; si une autre dissolution contenant du chlore libre ou du chlorure de chaux peut, sous le volume de 1/2 litre, peroxyder 1 litre de liqueur normale, c'est que 1 litre de cette dissolution contient 1 litre ou $3^{gr},170$ de chlore.

On voit donc qu'en déterminant exactement le volume d'une dissolution d'un chlorure décolorant qui est nécessaire pour oxyder un volume connu de liqueur arsénieuse normale, on pourra apprécier la quantité de chlore contenue dans ce chlorure.

Ces observations faites, passons à la description de l'essai.

On prend dans la masse de chlorure de chaux qu'on se propose de titrer, un échantillon moyen dont on pèse 10 grammes.

On le broie ensuite dans un mortier en verre ou en porcelaine avec un peu d'eau. On décante le liquide clair dans un vase de 1 litre, on remet de l'eau sur le précipité qu'on lave à nouveau et l'on dissout ainsi tous les corps solubles contenus dans le chlorure de chaux. On complète avec les premières liqueurs et les eaux de lavage, le volume de 1 litre.

Au lieu d'essayer à la fois toute la dissolution dont il s'agit de déterminer le titre, on n'opère que sur une faible partie, ce qui permet de multiplier les essais. On ramène ensuite par le calcul les résultats obtenus aux 10 grammes de chlorure avec lesquels le litre de liqueur a été préparé.

Les instruments chlorométriques consistent en une pipette contenant 10 centimètres cubes jusqu'à un certain trait; en une burette graduée dont chaque division représente 1/10 de centimètre cube, et en un vase à fond plat de 3 à 4 décilitres.

On mesure d'abord 10 centimètres cubes de liqueur arsénieuse normale avec la pipette jaugée, et l'on laisse tomber cette liqueur dans le vase à fond plat où doit se faire l'essai. On colore en bleu les 10 centimètres cubes de dissolution arsénieuse avec 2 ou 3 gouttes de sulfate d'indigo.

La burette est ensuite exactement remplie avec la dissolution de chlorure

©BIU Santé

de chaux, et l'on verse cette dissolution goutte à goutte dans la liqueur arsénieuse, à laquelle on imprime un mouvement giratoire continuel.

On cesse d'ajouter du chlorure au moment même où la coloration bleue disparaît, et on lit sur la burette le nombre de divisions qui ont été employées pour produire cette coloration.

Supposons que l'on ait employé 108 divisions de dissolution de chlorure de chaux pour décomposer 10 centimètres cubes de liqueur arsénieuse normale; on doit en conclure que dans 108 divisions représentant $10^{cc},8$ il y a 10 centimètres cubes de chlore.

On connaîtra le volume de ce gaz X contenu dans 1 litre, c'est-à-dire dans 1.000 centimètres cubes de dissolution, faite avec les 10 grammes de chlorure de chaux, en résolvant l'équation :

$$\frac{10,8}{10} = \frac{1.000}{X} \text{ d'où } X = 926 \text{ centimètres cubes.}$$

Ces 926 centimètres cubes ou $92^{cel},6$ indiquent que le chlorure analysé marque $92^{a},6$ chlorométriques.

La quantité de chlore contenue dans 1 kilogramme du même chlorure de chaux est 100 fois plus considérable, puisque 10 grammes $\times$ 100 = 1 kilogramme. Elle est donc égale à 9.260 centilitres ou à $92^{l},6$ qui correspondent à $293^{gr},542$

$$(92,6 \times 3^{gr},17 = 293^{gr},542).$$

Pour qu'un essai chlorométrique soit exact, il faut verser le chlorure décolorant dans la liqueur arsénieuse. Si, au lieu d'opérer ainsi, on versait la liqueur arsénieuse dans le chlorure de chaux, cette liqueur, qui contient beaucoup d'acide chlorhydrique, éliminerait plus de chlore que n'en pourrait absorber l'acide arsénieux, et le chlore se dégagerait à l'état de liberté.

Il est évident aussi que, pour transformer en acide arsénique l'acide arsénieux contenu dans 10 centimètres cubes de liqueur normale, il faut employer un volume de chlorure décolorant inversement proportionnel au titre de ce chlorure.

Que l'on suppose par exemple deux échantillons de chlorure de chaux du commerce sous le même poids de 10 grammes dissous dans une quantité d'eau telle que la dissolution occupe le volume de 1 litre; s'il faut 20 centimètres cubes de l'une de ces dissolutions et 10 de l'autre pour décomposer 10 centimètres cubes de liqueur arsénieuse normale, on comprend que la dernière dissolution est, sous le même volume, deux fois plus chargée de chlore que la première.

Cette observation montre qu'un calcul est nécessaire pour avoir le titre d'un chlorure décolorant. Ce calcul est très simple, comme on vient de le voir; cependant, pour l'éviter, on peut consulter la table dressée par Gay-Lussac que nous donnons ci-après :

Le chlorure de chaux du commerce marque ordinairement de 80 à 110 degrés chlorométriques. Il contient donc par kilogramme 80 à 110 litres de chlore que les acides en dégagent à l'état de liberté.

©BIU Santé

TABLEAU CHLOROMÉTRIQUE

DEGRÉS de la burette ou chlorure employé.	TITRE CORRESPONDANT AU NOMBRE de litres de chlore gazeux contenus dans 1 kilogramme de chlorure.	POIDS du chlore en grammes par kilog. de chlorure.
—	—	—
	Litres ou degrés.	Grammes.
10	1000,0	»
11	909,0	»
12	833,0	»
13	769,0	»
14	714,0	»
15	667,0	»
16	625,0	»
17	588,0	»
18	555,0	»
19	526,0	»
20	500,0	»
21	476,0	»
22	454,0	»
23	435,0	»
24	417,0	»
25	400,0	»
26	385,0	»
27	370,0	»
28	357,0	»
29	345,0	»
30	333,0	»
31	323,0	»
32	312,0	»
33	303,0	»
34	294,0	»
35	286,0	»
36	278,0	»
37	271,0	»
38	263,0	»
39	256,0	»
40	250,0	»
41	244,0	»
42	238,0	»
43	233,0	»
44	227,0	»
45	222,0	»
46	217,0	»
47	213,0	»
48	208,0	»
49	204,0	»
50	200,0	»
51	196,0	»
52	192,0	»
53	189,0	»
54	185,0	»
55	182,0	»
56	179,0	»
57	175,0	»
58	172,0	»
59	169,0	»
60	167,0	»
61	164,0	»
62	161,0	»
63	159,0	»
64	156,0	»

©BIU Santé

TABLEAU CHLOROMÉTRIQUE (*suite*).

DEGRÉS de la burette ou chlorure employé.	TITRE CORRESPONDANT AU NOMBRE de litres de chlore gazeux contenus dans 1 kilogramme de chlorure.	POIDS du chlore en grammes par kilog. de chlorure.
—	—	—
	Litres ou degrés.	Grammes.
65	154,0	»
66	151,0	»
67	149,0	»
68	147,0	»
69	145,0	»
70	143,0	»
71	141,0	»
72	139,0	»
73	137,0	»
74	135,0	»
75	133,0	»
76	131,0	»
77	130,0	»
78	128,0	406
79	127,0	402
80	125,0	396
81	123,0	390
82	122,0	387
83	120,0	381
84	119,0	378
85	118,0	375
86	116,0	369
87	115,0	366
88	114,0	363
89	112,0	357
90	111,0	354
91	110,0	351
92	109,0	345
93	107,0	339
94	106,0	336
95	105,0	333
96	104,0	330
97	103,0	327
98	102,0	324
99	101,0	321
100	100,0	318
101	99,0	315
102	98,0	312
103	97,1	309
104	96,1	306
105	95,2	303
106	94,3	300
107	93,4	297
108	92,6	293
109	91,6	290
110	90,9	288
111	90,1	285
112	89,3	283
113	88,5	280
114	87,7	278
115	86,9	275
116	86,2	272
117	85,5	270
118	84,7	268
119	84,0	266

©BIU Santé

TABLEAU CHLOROMÉTRIQUE (*suite*).

DEGRÉS de la burette ou chlorure employé.	TITRE CORRESPONDANT AU NOMBRE de litres de chlore gazeux contenus dans 1 kilogramme de chlorure.	POIDS du chlore en grammes par kilog. de chlorure.
—	—	—
	Litres ou degrés.	Grammes.
120	83,3	263
121	82,6	260
122	82,0	258
123	81,3	255
124	80,6	254
125	80,0	253
126	79,4	251
127	78,7	250
128	78,1	249
129	77,5	248
130	76,9	247
131	76,3	»
132	75,7	»
133	75,2	»
134	74,6	»
135	74,1	»
136	73,5	»
137	73,0	»
138	72,5	»
139	71,9	»
140	71,4	»
141	70,9	»
142	70,4	»
143	69,9	»
144	69,4	»
145	69,0	»
146	68,5	»
147	68,0	»
148	67,6	»
149	67,1	»
150	66,7	»
151	66,2	»
152	65,8	»
153	65,4	»
154	64,9	»
155	64,5	»
156	64,1	»
157	63,7	»
158	63,3	»
159	62,9	»
160	62,5	»
161	62,1	»
162	61,7	»
163	61,4	»
164	61,0	»
165	60,6	»
166	60,2	»
167	59,9	»
168	59,5	»
169	59,1	»
170	58,8	»
171	58,5	»
172	58,1	»
173	57,8	»
174	57,5	»

©BIU Santé

TABLEAU CHLOROMÉTRIQUE (*suite*).

DEGRÉS de la burette ou chlorure employé.	TITRE CORRESPONDANT AU NOMBRE de litres de chlore gazeux contenus dans 1 kilogramme de chlorure.	POIDS de chlore en grammes par kilog. de chlorure.
—	—	—
	Litres ou degrés.	Grammes.
175	57,1	»
176	56,8	»
177	56,5	»
178	56,2	»
179	55,9	»
180	55,5	»
181	55,3	»
182	54,9	»
183	54,6	»
184	54,3	»
185	54,1	»
186	53,8	»
187	53,5	»
188	53,2	»
189	52,9	»
190	52,6	»
191	52,4	»
192	52,1	»
193	51,8	»
194	51,5	»
195	51,3	»
196	51,0	»
197	50,8	»
198	50,5	»
199	50,3	»
200	50,0	»
201	49,7	»
202	49,5	»
203	49,3	»
204	49,0	»
205	48,8	»
206	48,5	»
207	48,3	»
208	48,1	»
209	47,8	»
210	47,6	»
211	47,4	»
212	47,1	»
213	46,9	»
214	46,7	»
215	46,5	»
216	46,3	»
217	46,1	»
218	45,9	»
219	45,7	»
220	45,5	»
221	45,2	»
222	45,0	»
223	44,8	»
224	44,6	»
225	44,4	»
226	44,2	»
227	44,0	»
228	43,8	»
229	43,6	»

©BIU Santé

TABLEAU CHLOROMÉTRIQUE (*suite*).

DEGRÉS de la burette ou chlorure employé.	TITRE CORRESPONDANT AU NOMBRE de litres de chlore gazeux contenus dans 1 kilogramme de chlorure.	POIDS du chlore en grammes par kilog. de chlorure.
—	—	—
	Litres ou degrés.	Grammes.
230	43,5	»
231	43,3	»
232	43,1	»
233	42,9	»
234	42,7	»
235	42,5	»
236	42,4	»
237	42,2	»
238	42,0	»
239	41,8	»
240	41,7	»
241	41,5	»
242	41,3	»
243	41,1	»
244	41,0	»
245	40,8	»
246	40,6	»
247	40,5	»
248	40,3	»
249	40,2	»
250	40,0	»

Nous n'étendons pas la table au delà de 40 degrés, parce que ce titre ne se rencontre pas ordinairement dans le commerce.

Dans le cas où l'on aurait à apprécier la force de chlorures très faibles, il vaudrait mieux prendre une mesure de dissolution arsénieuse 10 fois, 5 fois, 2 fois plus petite. On opérerait comme à l'ordinaire, mais le titre trouvé serait divisé par 10, par 5 ou par 2.

Le chlorure de chaux, le plus riche que le commerce peut fournir titre généralement 123 degrés chlorométriques. Sa composition moyenne se rapproche de la suivante :

Chlore	39,00
Chlorure de calcium	4,00
Chaux	43,00
Acide carbonique	1,50
Substances insolubles	0,50
Eau	12,00
	100,00

Les Anglais et les Allemands indiquent la force du chlorure de chaux, non pas par des degrés chlorométriques, mais par la teneur centésimale en chlore actif. Ainsi, lorsque l'on dit qu'un chlorure est à 100 degrés, cela veut dire que 1 gramme de ce chlorure possède le même pouvoir oxydant et décolorant que 100 centimètres cubes de chlore gazeux mesurés à la température de 0 centigrade sous la pression 760 et pesant 0^{gr},31734.

Les degrés allemands indiquent simplement le tant pour cent en poids de chlore actif contenu dans la matière essayée.

©BIU Santé

Le tableau suivant permet de transformer les degrés Gay-Lussac en degrés allemands et réciproquement :

DEGRÉ GAY-LUSSAC	DEGRÉ ALLEMAND	DEGRÉ GAY-LUSSAC	DEGRÉ ALLEMAND
63	20,02	96	30,51
64	20,34	97	30,82
65	20,65	98	31,14
66	20,97	99	31,46
67	21,29	100	31,78
68	21,61	101	32,09
69	21,93	102	32,41
70	22,24	103	32,73
71	22,56	104	33,05
72	22,88	105	33,36
73	23,20	106	33,68
74	23,51	107	34,00
75	23,83	108	34,32
76	24,15	109	34,64
77	24,47	110	34,95
78	24,79	111	35,27
79	25,10	112	35,59
80	25,42	113	35,91
81	25,74	114	36,22
82	26,06	115	36,54
83	26,37	116	36,86
84	26,69	117	37,18
85	27,01	118	37,50
86	27,33	119	37,81
87	27,65	120	38,13
88	27,96	121	38,45
89	28,28	122	38,77
90	28,60	123	39,08
91	28,92	124	39,40
92	29,23	125	39,72
93	29,55	126	40,04
94	29,87	127	40,36
95	30,19	128	40,67

Fordos et Gélis ont proposé de remplacer la liqueur arsénieuse par une liqueur normale d'hyposulfite de soude.

Il arrive souvent que les hypochlorites, sous l'influence de la lumière diffuse, se transforment partiellement en chlorites qui n'agissent plus sur l'acide arsénieux, tandis que l'hyposulfite de soude et l'indigo sont encore altérés dans ce cas.

Ce procédé est basé sur l'action que les hypochlorites exercent sur l'hyposulfite de soude. En effet, $0^{gr},1$ de ce sel absorbe 0,114 de chlore pour se transformer en sulfate de soude.

Pour préparer la liqueur normale d'hyposulfite de soude, on dissout $2^{gr},77$ de ce sel dans une quantité convenable pour former 1 litre de liqueur. Cette liqueur, comparable à la liqueur arsénieuse de Gay-Lussac, détruit exactement son volume de chlore.

L'hyposulfite de soude est un sel bien cristallisé, très soluble dans l'eau, d'une composition constante ; l'air ne l'altère pas; il est préférable à l'acide arsénieux.

©BIU Santé

On procédera de la manière suivante :

Lorsque l'on aura versé dans le flacon destiné à l'essai 10 centimètres cubes de la liqueur normale d'hyposulfite de soude, il faudra ajouter 100 parties d'eau, aciduler légèrement ce mélange et le colorer avec quelques gouttes de teinture d'indigo.

Si l'on verse alors la dissolution à essayer, elle se comportera comme la liqueur arsénieuse, c'est-à-dire que la couleur bleue persistera très longtemps et ne sera successivement détruite que là où tombe la liqueur chlorée. On peut alors reconnaître assez facilement le moment où l'opération est terminée.

Les hypochlorites en dissolution sont neutres ou alcalins, et la réaction qu'ils exercent sur l'hyposulfite de soude n'est complète que dans les liqueurs légèrement acides. Il est donc nécessaire d'aciduler la liqueur. L'acide ajouté ne détermine pas immédiatement le dépôt de soufre, quand on agit sur des liqueurs étendues avec la quantité d'eau indiquée précédemment. Il faut opérer rapidement. On peut cependant faire un premier essai en opérant comme nous venons de le dire, puis contrôler le résultat en faisant un second essai dans lequel on ajoutera à la dissolution normale d'hyposulfite les deux tiers de la liqueur à essayer avant de l'aciduler. On n'a pas alors à craindre le dépôt de soufre.

Quoi qu'il en soit, ces méthodes présentent certaines causes d'erreur, surtout en ce qui concerne l'indicateur coloré, que nous avons cherché à éviter en appliquant à la chlorométrie notre méthode de dosage fondée sur l'emploi des sulfocyanures alcalins; comme cette nouvelle méthode a nombre de points communs avec celle qui a pour but l'analyse des oxydes de manganèse, nous l'indiquerons seulement à propos de ces derniers, afin de ne pas nous exposer à des redites.

ESSAIS DES MANGANÈSES

Les oxydes de manganèse sont encore des produits très intéressants pour l'industrie du papier. Leur valeur vénale dépend de la quantité de chlore qu'ils peuvent dégager lorsqu'on les traite par l'acide chlorhydrique; on exprime cette valeur comme nous l'allons voir en leur attribuant un degré chlorométrique.

Par exemple :

	DEGRÉS chlorométriques.
Le bioxyde de manganèse pur cristallisé donne	100
— d'Allemagne.	93
— d'Angleterre	88
— de Bourgogne	68
— du Cher	54
— de la Mayenne.	52

Quant au poids en gramme de chlore obtenu avec 1 kilogramme de minerai de diverses localités, on trouve :

©BIU Santé

	GRAMMES
Avec l'oxyde pur	796,3
— de Saarbruck	732,5
— de Calveron sans calcaire	765,8
— de Calveron avec calcaire	575,4
— de Périgueux	517,9
— de Romanèche	460,0 à 513,0
— de Laveline (Vosges)	464,8
— de Pesillo (Piémont), noir sans calcaire	442,6
— — noir avec calcaire	332,0
— de Saint-Marcel	279,0 à 310,0

La composition chimique des principaux manganèses du commerce est résumée dans le tableau suivant :

	FRANCE			ANGLETERRE		ALLEMAGNE					SUÈDE	ESPAGNE		
	ROMANÈCHE	GY (Haute-Saône)	THIVIERS (Dordogne)	DEVONSHIRE	DERBYSCHIRE	ILMENAU 1	ILMENAU 2	ILMENAU 3	SIEGEN	HEIDELBERG	SKIDBERG	VICDESSOS	HUELVA	AUSTERLITZ près NEW-YORK
MnO^2	—	—	—	—	38,59	—	—	—	—	—	—	—	80,75	58,50
Mn^3O^4	70,97	70,60	64,40	79,12	—	73,3	77,23	—	—	70,17	66,46	—	—	—
MnO	—	—	—	—	—	—	—	63,5	58,4	—	—	69,80	—	—
O	7,26	14,18	7,50	8,82	—	9,8	15,82	12,1	10,4	15,16	—	11,70	0,30	22,00
Fe^2O^3	—	0,77	6,80	—	32,34	0,3	—	1,0	5,7	—	2,70	—	0,64	—
Ca^2O	—	—	—	—	—	—	0,40	—	—	0,30	—	—	—	—
CoO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,54	0,02	—	0,20	—
Al^2O^3	—	—	—	—	—	2,1	—	—	10,7	—	0,75	7,00	—	—
CaO	—	—	—	—	—	1,8	0,91	—	—	0,60	0,59	—	3,87	—
BaO	16,69	6,55	4,60	1,40	5,40	5,8	0,12	8,1	—	8,08	15,34	—	—	—
MgO	—	1,05	—	—	—	—	—	—	—	0,21	0,28	—	—	—
KO	—	4,05	—	—	—	—	5,29	—	—	2,62	0,28	—	—	—
SiO^2	0,95	0,60	10,00	—	2,74	1,7	0,52	2,5	1,8	0,90	0,92	—	1,11	2,50
HO	4,13	1,67	7,00	10,66	10,20	4,3	—	9,8	12,9	1,42	12,07	12,40	10,79	17,00
	100,00	99,47	100,00	100,00	100,36	99,10	100,29	100,00	100,00	100,00	99,41	100,90	97,66	100,00

©BIU Santé

Dans les essais des oxydes de manganèse du commerce, on se propose tout d'abord de déterminer la quantité de chlore que l'oxyde considéré peut donner quand il est soumis à l'action de l'acide chlorhydrique.

On sait que l'action de l'acide chlorhydrique sur les divers oxydes de manganèse produit les réactions suivantes :

$$\begin{aligned} MnO + HCl &= HO + MnCl, \\ Mn^3O^4 + 4HCl &= 4HO + 3MnCl + Cl, \\ Mn^2O^3 + 3HCl &= 3HO + 2MnCl + Cl, \\ MnO^2 + 2HCl &= 2HO + MnCl + Cl. \end{aligned}$$

On voit donc que l'essai d'un maganèse peut se faire en appréciant la quantité de chlore qu'il peut dégager sous l'action de l'acide chlorhydrique. On voit aussi que, suivant l'état d'oxydation du manganèse, il faudra pour dégager une même quantité de chlore une quantité variable d'acide chlorhydrique; en outre, les carbonates de chaux, de baryte, l'oxyde de fer qui accompagnent les minerais de manganèse saturent aussi une certaine quantité d'acide chlorhydrique qui se trouve ainsi perdu; il y a donc lieu ensuite de déterminer également la quantité d'acide qu'exige le minerai essayé, pour dégager un poids donné de chlore.

Pour obtenir un litre de chlore à la température de 0 degré et sous la pression 760, il faut exactement traiter 3.884 de bioxyde de manganèse pur (1).

Lorsque l'on veut faire l'essai d'un manganèse du commerce par la méthode de Gay-Lussac, on en pèse $3^{gr},884$ que l'on introduit dans un petit ballon portant un long tube venant se rendre dans une dissolution étendue de potasse placée dans un ballon à long col.

On verse sur le manganèse 25 ou 30 grammes d'acide chlorhydrique concentré bien exempt d'acide sulfureux. On bouche immédiatement le ballon avec le bouchon qui porte le tube de dégagement, puis on chauffe légèrement pour faciliter la réaction. Le chlore se dégage et vient se dissoudre dans la liqueur alcaline. Lorsqu'il cesse de se dégager, on arrête l'opération.

La liqueur alcaline chlorée est ensuite mêlée à une quantité d'eau telle que son volume représente 1 litre. Elle est ensuite analysée au moyen de l'acide arsénieux titré par la méthode chlorométrique décrite précédemment.

Si, par exemple, l'analyse montre que cette dissolution ainsi obtenue contient 80 centilitres de chlore, c'est que l'oxyde de manganèse soumis à l'essai était formé de 80 p. 100 de bioxyde de manganèse pur et de 20 p. 100 de corps étrangers. On dit alors qu'il marque 80 degrés.

Nous avons dit que l'essai d'un manganèse exige aussi, pour être complet,

(1) On dit généralement 3,98, parce que Gay-Lussac a donné ce nombre en 1835. Mais si nous admettons pour les équivalents du chlore et du manganèse les nombres 35,5 et 27,5, nous trouvons $\frac{MnO^2}{Cl} = \frac{43,5}{35,5} = 1,2253$, et par suite pour le poids du bioxyde pur correspondant au litre de chlore qui pèse 3,17 $3,17 \times 1,2253 = 3.884$.

Nous prenons 3,17 pour le poids du litre de chlore à 0 et 760 comme étant le terme moyen entre diverses valeurs données par différents auteurs ; notamment :

Rose	— 3,19
Fremy	— 3,15

©BIU Santé

que l'on détermine la quantité d'acide chlorhydrique qui est nécessaire pour dégager le chlore que l'on a obtenu et que l'essai précédent a déterminé.

Pour cela, on traite les 3gr,884 d'oxyde à essayer par un fort excès connu d'acide chlorhydrique soit, par exemple, 25 centimètres cubes, puis l'on détermine le titre du manganèse comme précédemment. Il reste en dissolution du chlorure de manganèse et un excès d'acide chlorhydrique.

La quantité d'acide chlorhydrique libre que contient la liqueur est déterminée en y versant peu à peu une dissolution titrée de carbonate de soude. Il se forme du carbonate de manganèse qui se redissout tant que la liqueur contient de l'acide en excès. La saturation est opérée lorsque le précipité de carbonate de manganèse ne se redissout plus. Le volume de la dissolution titrée de carbonate de soude qu'il a fallu employer pour saturer l'acide fait connaître la quantité d'acide chlorhydrique libre que contenait la liqueur. Cette quantité doit donc être retranchée des 25 centimètres cubes d'acide employés. La différence représente l'acide chlorhydrique qui a servi à attaquer le bioxyde de manganèse et à dissoudre les corps étrangers.

Le titre du manganèse ayant été déterminé par une expérience préalable, la quantité d'acide chlorhydrique nécessaire pour décomposer le bioxyde que contient le manganèse essayé peut être obtenue par le calcul. Le reste représente donc l'acide chlorhydrique consommé par les corps étrangers. La faible quantité d'acide chlorhydrique qui se dégage avec le chlore pendant la réaction de l'acide chlorhydrique sur le bioxyde de manganèse est négligée dans cette analyse.

ESSAIS DES OXYDES DE MANGANÈSE — MÉTHODE PAUL CHARPENTIER (1)

Notre méthode de dosage volumétrique, applicable aux essais des manganèses ainsi qu'à la chlorométrie, repose encore sur l'emploi des sulfocyanures alcalins.

Rappelons les principales réactions sur lesquelles sont basées nos méthodes d'analyse volumétrique applicables aux dosages du fer, de l'argent, du mercure, du manganèse, de l'azote, du chlore, des alcalis, des acides, etc... Ce sont les suivantes :

(1) $$3KC^2AzS^2 + Fe^2O^3\,3SO^3 = Fe^2(C^2AzS^2)^3 + 3KOSO^3.$$

(2) $$Fe^2(C^2AzS^2)^3 + 3KOHO = Fe^2O^3 + 3KC^2AzS^2 + 3HO.$$

(3) $$KOHO + Fe^2O^3 + 4SO^3HO = KOSO^3 + 5HO + Fe^2O^3\,3SO^3.$$

(4) $$Fe^2O^3\,3SO^3 + 3KC^2AzS^2 = Fe^2(C^2AzS^2)^3 + 3KOSO^3.$$

(5) $$AgO\,AzO^5 + 2(Fe^2O^3\,3AzO^5) + KC^2AzS^2 = AgC^2AzS^2 + KO\,AzO^5 + 2(Fe^2O^3\,3AzO^5).$$

(6) $$Fe^2O^3\,3AzO^5 + 3KC^2AzS^2 = Fe^2(C^2AzS^2)^3 + 3KO\,AzO^5.$$

(7) $$6(FeO\,SO^3 + 7HO) + 3Cl = Fe^2Cl^3 + 2(Fe^2O^3\,3SO^3) + 42HO.$$

Ceci posé, la méthode d'essai pour les manganèses pourra s'appliquer de

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1871 et 27 juillet 1885.

©BIU Santé

deux façons différentes : par suroxydation du fer ou par le dosage de l'argent. Dans les deux cas, nous supposerons l'emploi du sulfocyanure de potassium.

Premier mode. — Les réactions utilisées sont les numéros 1, 2, 7.

Notre burette étant divisée en dixièmes de centimètre cube, nous préparons une solution titrée de potasse telle qu'une division de la burette corresponde à la précipitation de $0^{gr},005$ de fer. Le calcul nous indique qu'il faut pour cela dissoudre 150 grammes de potasse pure caustique dans un litre d'eau distillée.

En principe, l'appareil que nous adoptons comprend un petit ballon A muni d'un bouchon percé de deux trous. Par l'un s'engage un tube fermé pendant l'essai, mais par lequel l'opération étant terminée et le ballon étant refroidi, on peut faire passer par aspiration ou par insufflation un courant d'air qui, chassant les dernières traces de chlore, les force à venir se fixer dans la liqueur absorbante.

Dans le deuxième trou s'engage un tube très court, débouchant dans un flacon B à deux tubulures contenant *très peu d'eau* et entouré d'eau froide; enfin ce flacon B communique par un tube de sûreté avec un ballon C ou un tube à boules renfermant le liquide destiné à fixer le chlore.

Nous traitons alors dans le ballon A, par l'acide chlorhydrique à la manière ordinaire, 1 gramme de bioxyde de manganèse qui, s'il était pur, pourrait dégager $0^{gr},8161$ de chlore occupant $0^{l},2574$ à la température de 0 degré et sous la pression de 760 millimètres.

Le flacon B arrêtera au passage, en les condensant, les quelques vapeurs d'acide chlorhydrique qui pourraient, par manque de précaution, se dégager avec le chlore.

Nous recueillerons alors le chlore produit dans le vase C, renfermant par exemple 1 litre d'eau tenant en dissolution 10 grammes de sulfate de protoxyde de fer bien pur.

Le calcul montre que le chlore dégagé par 1 gramme de bioxyde pur, marquant 100 degrés chlorométriques, pourrait suroxyder $6^{gr},391$ de sulfate.

L'opération étant terminée et le chlore étant chassé des vases A et B, nous ajoutons à la solution ferroso-ferrique une petite quantité de chlorhydrate d'ammoniaque, puis du sulfocyanure de potassium. Une magnifique coloration rouge sang se produit; nous y versons alors la solution titrée de potasse jusqu'à décoloration. (Voir essais alcalimétriques.)

Le nombre N de divisions employé indiquera du premier coup le volume en centimètres cubes de chlore que peut dégager 1 gramme de l'oxyde essayé.

Nous aurons alors un tableau à deux colonnes dont la première renfermera les valeurs de N; la seconde celle des degrés chlorométriques correspondants D.

N	D	N	D
—	—	—	—
	Degrés		Degrés
258	100,12	257,7	100
.	.	.	.
129	50.06	128,85	50
.	.	.	.
0	0,00	0,00	0

©BIU Santé

Deuxième mode. — Dans ce cas, nous utilisons les réactions 5 et 6. Nous savons que le poids de bioxyde de manganèse pur nécessaire pour dégager 1 litre de chlore à 0 degré, et sous la pression de 760 millimètres, est égal à $3{,}17 \times \frac{43{,}5}{33{,}5} = 3^{gr},884$.

Nous traitons donc $3^{gr},884$ de bioxyde par l'acide chlorhydrique, et nous recueillons le chlore dans 1 litre d'eau renfermant $15^{gr},180$ d'azotate d'argent pur cristallisé. Nous ajoutons ensuite une goutte d'azotate de sesquioxyde de fer, et nous versons la liqueur titrée de sulfocyanure de potassium, préparée de telle façon que 500 divisions précipitent $15^{gr},180$ d'azotate d'argent. Si l'oxyde est pur, tout l'argent a été précipité par le chlore; une goutte de sulfocyanure fait alors apparaître la teinte rouge immédiatement et elle persiste. Si le bioxyde n'a pas dégagé de chlore, nous serons amené à verser 500 divisions avant la coloration persistante.

Le zéro de la burette correspond donc au degré chlorométrique 100 (*c'est-à-dire correspondant à un bioxyde chimiquement pur*).

Le nombre n de divisions versé indiquera alors immédiatement le degré chlorométrique selon le tableau suivant :

n	DEGRÉS d
—	—
	Degrés
0	100
.	.
250	50
.	.
500	

Remarquons que les valeurs de d, qui donnent les centièmes de litre de chlore obtenus, indiquent également les centièmes de manganèse pur contenus dans l'échantillon.

HYPOSULFITE DE SOUDE OU ANTICHLORE

Nous avons vu que ce sel sert comme antichlore dans le blanchiment de la pâte à papier.

L'hyposulfite employé doit être aussi pur que possible.

La présence de l'acide sulfurique est décelée par le chlorure de baryum en solution étendue, car l'hyposulfite de baryte est peu soluble.

La chaux est révélée par l'oxalate d'ammoniaque. Quant aux sulfures, on les reconnaît à l'aide de l'acétate de plomb.

Pour signaler l'acide sulfureux, on désulfure d'abord l'échantillon avec du sulfate de zinc; puis le liquide filtré est acidifié avec de l'acide acétique, et l'on ajoute du nitroprussiate de soude qui produit une coloration rouge lorsqu'il y a de l'acide sulfureux.

Cet hyposulfite, en se combinant dans la pâte avec le chlore, annule ses effets destructeurs.

©BIU Santé

On peut reconnaître si la pâte renferme du chlore en employant, par exemple, une liqueur d'épreuve préparée en faisant bouillir ensemble :

1 partie d'iodure de potassium.
2 parties de fécule ou d'amidon.
3 parties d'eau.

On doit conserver cette liqueur dans un flacon bien bouché. Elle bleuit la pâte qui renferme encore du chlore libre.

En général, on préfère employer comme antichlore l'hyposulfite plutôt que le sulfite, car :

1 kilogramme de sulfite de soude n'absorbe que 221 grammes de chlore, tandis que 1 kilogramme d'hyposulfite de soude absorbe 1.144 grammes de chlore.

ESSAIS DES CHAUX

En général, on rencontre dans les chaux employées en papeterie de la magnésie, de la silice, de l'alumine et du fer en plus ou moins grande quantité.

On doit utiliser surtout dans la fabrication du papier les chaux dites grasses dont la teneur en chaux pure doit dépasser 90 p. 100.

Pour essayer une chaux, on commence par doser l'humidité qu'elle peut contenir en en chauffant environ 10 grammes un peu au-dessus de 100 degrés; la différence ou perte de poids indique la quantité d'eau que renferme l'échantillon. On continue ensuite à le chauffer au rouge pour dégager tout ce qui pouvait rester de carbonate non décomposé; une nouvelle pesée indique si l'échantillon renfermait de l'acide carbonique.

Opérant alors sur 2 grammes de cette chaux calcinée, on la traite par l'acide chlorhydrique à chaud.

Dans la dissolution obtenue, on précipite l'alumine par l'ammoniaque. Une filtration donne sur le filtre la silice et l'alumine.

Puis, dans la liqueur filtrée, la chaux est précipitée par l'oxalate d'ammoniaque; l'oxalate de chaux est ensuite calciné et le résultat de cette calcination représente la chaux contenue dans l'échantillon.

Enfin, on peut rechercher la magnésie et l'oxyde de fer par les moyens ordinaires.

Dans le lessivage des chiffons, la partie caustique seule est intéressante; c'est donc sa proportion qui fixe la valeur vénale de la matière.

	CHAUX GRASSES PROVENANT DE :				
	CHATEAU-LANDON	SAINT-JACQUES (Jura).	CRAIE de Paris.	LAGNEUX près Lyon.	VICHY
	—	—	—	—	—
Chaux.	96,4	95,4	97,2	91,6	86
Magnésie	1,8	1,8	0,0	1,5	9
Argiles et fer. .	1,8	2,8	2,8	6,9	5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100

©BIU Santé

	CHAUX MAIGRES PROVENANT DE :	
	ENVIRONS de Paris.	VILLEFRANCHE (Aveyron).
Chaux	78	60,0
Magnésie	20	26,2
Argiles et fer	2	13,8
	100	100,0

ESSAIS DES ALUNS

Les principaux aluns employés sont à base de potasse ou d'ammoniaque.

L'alun potassique $KOSO^3 + Al^2O^3 3SO^3 + 24HO$ a généralement la composition suivante :

Potasse	10,82
Alumine	9,94
Acide sulfurique	33,77
Eau	45,47
	100,00

Quant à l'alun d'ammoniaque, $AzH^4OSO^3 + Al^2O^3 3SO^3 + 24HO$, il contient :

Ammoniaque	3,89
Alumine	11,90
Acide sulfurique	36,00
Eau	48,21
	100,00

L'alun employé ne doit pas contenir de fer ; on reconnaît la présence de ce métal à l'aide du sulfocyanure de potassium.

On peut d'ailleurs, s'il en contient, le purifier en y ajoutant du cyanoferrure de potassium qui précipite le fer.

On décante après avoir laissé reposer.

Le sulfate d'alumine, qui souvent remplace l'alun, ne doit pas contenir d'acide sulfurique libre. Si ce sel n'est pas neutre, la solution de campêche, au lieu de fournir une coloration violet rouge, se colore en brun jaunâtre.

ESSAIS DES KAOLINS ET DES ARGILES

Les kaolins sont des argiles pures qui proviennent de la décomposition du feldspath à base de potasse (silicate double d'alumine et de potasse $KO\,Al^2O^3\,6SiO^2$). Ces feldspath, sous l'influence prolongée de l'eau, se dédoublent en silicate de potasse soluble, en silice et en silicate d'alumine.

Les argiles ordinaires contiennent, outre la silice et l'alumine, de petites quantités d'oxydes de fer ou de manganèse ainsi que de la chaux et des alcalis ; elles sont aussi mélangées souvent avec du sable ou du calcaire.

En général, le kaolin employé dans la fabrication du papier doit être débarrassé des grains de sable qu'il renferme ; on y parvient par des lavages succes-

©BIU Santé

sifs. On peut ainsi déterminer la quantité de silice pulvérulente contenue dans un échantillon, mais il est aussi très souvent utile de connaître les proportions des autres matières qu'il renferme, notamment l'alumine et le fer.

On commence par prendre environ 4 grammes de l'argile à essayer que l'on dessèche à 120 degrés. La différence de poids indique l'humidité contenue; le résidu pesé est traité par l'acide sulfurique, puis par l'acide chlorhydrique, et la liqueur est étendue d'eau de façon à former 300 centimètres cubes. On en forme trois parts de 100 centimètres cubes chacune.

Sur 100 centimètres cubes, on dose par l'ammoniaque l'alumine et le sesquioxyde de fer réunis. Dans le liquide filtré, on précipite la chaux par l'oxalate d'ammoniaque, puis la magnésie par le phosphate de soude.

Dans une seconde part de 100 centimètres cubes, on dose le fer total par notre méthode de dosage du fer basée sur l'emploi des sulfocyanures alcalins, puis en retranchant le poids du sesquioxyde correspondant du poids total trouvé plus haut comprenant ce dernier avec l'alumine, on a la proportion d'alumine contenue.

Une troisième part de 100 centimètres cubes est additionnée de baryte caustique. La liqueur filtrée est traitée par le carbonate d'ammoniaque, filtrée à nouveau, puis évaporée à sec. Le résidu est calciné et repris ensuite par l'eau distillée après une nouvelle addition de carbonate d'ammoniaque, enfin séché, calciné et pesé. On a la somme des chlorures alcalins dans lesquels on dose le chlore par notre méthode aux sulfocyanures. On en déduit le poids du potassium et du sodium renfermé dans l'échantillon.

Enfin 1 gramme de matière est désagrégé par 5 grammes de carbonate de potasse mélangé de carbonate de soude, dans un creuset de platine chauffé d'abord avec précaution, puis ensuite très fortement.

Après une heure de fusion, lorsque la masse est tranquille, on retire le creuset et on le laisse refroidir rapidement. La masse fondue, réunie en culot, se détache facilement; on la fait digérer pendant environ une demi-heure dans 100 centimètres cubes d'eau, puis on ajoute par petites portions de l'acide chlorhydrique en excès; le creuset est retiré et lavé.

L'évaporation se fait ensuite au bain-marie jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de vapeurs acides. On humecte alors la masse refroidie avec de l'acide chlorhydrique, puis on chauffe pendant une heure au bain-marie, on étend d'eau bouillante, on décante et l'on filtre. On obtient ainsi un dépôt de silice, qui est repris à deux ou trois reprises par une ou deux gouttes d'acide chlorhydrique chaud, puis lavé, séché et calciné, on a ainsi la silice totale.

On reprend alors 1 gramme d'argile, que l'on additionne d'acide sulfurique concentré et que l'on chauffe ainsi à 250 degrés, pendant environ douze heures, dans une petite capsule de platine. La matière est ensuite diluée, filtrée, et le précipité est lavé, puis traité sur le filtre par une dissolution presque bouillante de carbonate de soude renfermant une petite quantité de soude caustique, jusqu'à ce que le liquide filtré ne précipite plus par le chlorhydrate d'ammoniaque.

Le résidu est enfin lavé, séché et calciné; il représente le quartz et le sable

©BIU Santé

feldspathique. On le pèse, puis on le désagrège par le carbonate alcalin mixte, de potasse et soude, et l'on dose la silice et l'ensemble de l'alumine et du sesquioxyde de fer. On a ainsi la silice renfermée à l'état de feldspath. Ce qui reste de silice insoluble constitue le quartz. En retranchant de la silice totale le quartz, on obtient la silice argileuse.

Nous donnons ci-après quelques compositions de kaolins, à titre de renseignement :

	SAINT-YRIEIX	PLYMTON (Devonshire).	PASSAU	SOSA	LOCHKA-REWSKA	TONG-KONG (Chine).	SY-KANG (Chine).
	—	—	—	—	—	—	—
Silice. . .	36,25	44,26	43,34	45,07	46,75	50,50	55,30
Alumine. .	33,35	36,80	35,18	38,15	34,98	33,70	30,30
Eau. . . .	12,00	12,74	17,24	9,69	13,70	11,20	8,20
Chaux. . .	2,40	2,20	1,53	0,00	1,25	0,00	0,00
Magnésie .				1,80	0,48	0,80	0,40
Potasse . .	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	1,90	1,10
Soude. . .	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34	0,00	2,70
Résidu . .	16,00	4,00	3,48	5,53	0,95	1,80	2,00
	100,00	100,00	102,79	100,24	99,74	99,90	99,90

MATIÈRES COLORANTES

Les matières colorantes employées dans l'industrie du papier peuvent se diviser en trois grandes classes :

1° Les matières colorantes d'origine végétale ou animale;
2° Les matières colorantes d'origine minérale;
3° Les matières colorantes artificielles.

Dans la première catégorie, les principales sont :

Couleurs violettes et noires.

Campêche (tige de l'hematoxylon campechianum).
Orseille (lichens des genres rocella, lecanora).
Garance (racine du rubia tinctorum).

Couleur bleue.

Indigo (feuille des indigofera).

Couleur verte.

Vert de Chine (feuille d'une variété de nerpruns).

Couleurs jaunes et brunes.

Quercitron (écorce du chêne quercitron).
Graine de Perse (baies desséchées de divers nerpruns).
Fustet (partie ligneuse du rhus cotinus).
Bois jaune (bois du morus tinctoria).
Gaude (tiges du reseda luteola).
Cachou (extrait des tiges de l'acacia catéchu).
Rocou (chair des fruits du bixa orellana).

©BIU Santé

Couleurs rouges.

Bois de Brésil (cœsalpina crista).
Santal (pterocarpus santalinus).
Garance (racine du rubia tinctorium).

Couleur rouge d'origine animale.

Cochenille.

En général les bois de teinture sont vendus à l'état râpé ou effilé. Les fraudes se reconnaissent en prenant la densité des échantillons. Généralement le bois colorant, qui est plus dense, tombe au fond de l'eau.

Ces matières colorantes ont la propriété de se combiner avec la plupart des oxydes métalliques. C'est sur cette propriété qu'est fondée la préparation des laques qui sont des combinaisons insolubles des différentes matières colorantes avec l'alumine, l'oxyde d'étain, etc.

Une même matière colorante donne naissance, avec les différents oxydes, à des colorations diverses. Ainsi la garance donne, avec l'alumine, des roses ou des rouges, avec l'oxyde de fer des violets ou des noirs, avec le mélange des deux oxydes des bruns, etc. Ces laques servent surtout dans l'impression des papiers peints.

Cette propriété permet aussi, dans beaucoup de cas, de se procurer les matières colorantes à l'état de pureté. Pour cela, l'extrait, obtenu en épuisant par l'eau la substance contenant le principe coloré, est agité avec de l'oxyde de plomb; cet oxyde s'unit à la matière colorante en formant un composé insoluble dans l'eau, par suite facile à laver et à séparer des substances étrangères. En traitant par l'acide sulfhydrique le produit insoluble, on donne naissance à du sulfure de plomb; en même temps, on réduit généralement la matière colorante qui, par évaporation, pourra être séparée, mais à l'état incolore; seulement, sous l'influence de l'oxygène ou des corps oxydants, elle reproduira la substance tinctoriale.

Essai des principes colorants des lichens. — On fait macérer 100 grammes de lichen avec une lessive étendue de soude. En répétant deux fois ce traitement on enlève au lichen tous ses principes colorants. On ajoute ensuite à la solution une liqueur titrée d'hypochlorite de soude. Par l'addition de l'hypochlorite, il se produit une coloration rouge qui disparaît après une ou deux minutes.

Une nouvelle addition d'hypochlorite produit une nouvelle coloration, et ainsi de suite, tant que la liqueur renferme des principes colorants. On titre l'hypochlorite de soude avec de l'orcine pure.

ESSAI DES INDIGOS

On dissout 1 gramme d'indigo dans 20 grammes d'acide sulfurique de Nordhausen, en chauffant entre 40 et 50 degrés. On étend d'eau de façon à obtenir un litre de liqueur, puis on compare cette liqueur au *colorimètre* avec un type préparé à l'indigotine pure.

©BIU Santé

On peut aussi doser les indigos en les oxydant à l'aide d'une dissolution titrée de ferricyanure de potassium. On dissout 1 gramme d'indigo dans l'acide sulfurique de Nordhausen, en opérant comme nous venons de le dire. Puis, on prend 20 centimètres cubes de la solution et on les étend d'eau, de manière à former de nouveau un litre de liqueur auquel on a ajouté 20 centimètres cubes d'une solution de soude saturée à froid; puis on titre dans une capsule de porcelaine avec la solution titrée de ferricyanure jusqu'à décoloration complète. La solution de ferricyanure de potassium doit renfermer environ $2^{gr},5$ de ce sel et doit être titrée avec l'indigotine pure.

Les principales **matières colorantes d'origine minérale** usitées sont les suivantes :

Couleurs bleues.

Outremer.
Bleu de Prusse.
Bleu de cobalt.
Bleu de molybdène et de tungstène.

Couleurs vertes.

Vert de chrome.
Verts à l'arsenic.
Verts et bleus de cuivre.
Verts de mélange.

Couleurs jaunes.

Iodure de plomb.
Sulfure d'arsenic.
Sulfure de cadmium.
Sulfure d'antimoine.
Sulfure d'étain ou or mussif.
Jaune de mars.
Massicot, mine orange.
Oxyde d'uranium.
Jaune de Naples.
Uranate de soude ou de potasse.
Chromates de plomb, bismuth, zinc, baryte.
Oxychlorure de plomb.
Jaune d'antimoine.

Couleurs rouges.

Biiodure de mercure.
Sulfure de mercure ou vermillon.
Trisulfure d'antimoine.
Bisulfure d'arsenic ou réalgar.
Oxyde de fer anhydre.
Oxydule de cuivre.

©BIU Santé

Oxyde rouge de mercure.
Pourpre de Cassius.
Chromate de mercure.
Chromate d'argent.
Sous-chromate de plomb.
Minium.

Couleurs blanches.

Céruse.
Sulfate de plomb.
Oxyde de zinc.
Sulfate de baryte.
Kaolin.

Couleurs noires.

Noir de fumée.
Noir d'os, noir d'ivoire.
Noir de vigne, noir de pêche.
Plombagine.

Les principales **matières colorantes artificielles** sont produites au moyen de l'aniline, du phénol, de la naphtaline ou de l'anthracène :

Couleurs d'aniline.

Rouge de rosaniline. Fuchsine.
Violet d'aniline ou violet Perkins, ou Mauvéine. Violet Hoffmann. Violet de Paris.
Bleu d'aniline. Bleu de Lyon. Bleu Nicholson.
Vert d'aniline. Vert lumière.
Jaune ou brun d'aniline.
Noir d'aniline.

Couleurs dérivées du phénol.

Acide picrique (jaune).
Acide isopurpurique (rouge grenat).
Picramine (jaune orange).
Coralline ou Péonine.
Fluorescéine.
Éosine.

Couleurs dérivées de la naphtaline.

Rose de naphtaline.
Jaune de Martius.

©BIU Santé

Couleurs dérivées de l'anthracène.

Alizarine.

Orange d'anthracène.

Le tableau suivant donne les principaux caractères distinctifs des matières colorantes :

MATIÈRES COLORANTES	SOLUBILITÉ DANS L'EAU	CALCINATION	ACIDE CHLORHYDRIQUE	AMMONIAQUE	DISSOLUTION D'ALUN	DISSOLUTION de CHLORURE DE CHAUX
Couleurs bleues.						
Outremer.	Insoluble.	Se décolore un peu.	Se décolore avec dégagement d'H S.	Rien.	Rien.	Rien.
Smalt.	Insoluble.	Rien.	Soluble à chaud en jaune vert.	Rien.	Rien.	Rien.
Bleu de cobalt.	Insoluble.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.
Bleu de Prusse. Bleu de Paris.	Insolubles.	Oxyde de fer magnétique.	Rien.	Se décolorent en devenant jaunes.	Rien.	Rien.
Bleu de montagne.	Insoluble.	Devient noir.	Soluble en vert avec effervescence.	Soluble en bleu céleste.	Rien.	Verdit un peu.
Indigo.	Insoluble.	Combustible.	Rien.	Rien.	Rien.	Se brunit.
Carmin d'indigo.	Soluble en bleu.	Combustible.	Rien.	Verdit un peu.	Rien.	Se décolore.
Bleu d'orseille ou tournesol.	Soluble en violet bleu.	Combustible.	Devient rouge.	Reste bleu.	Devient rouge.	S'éclaircit et se décolore.
Bleus d'aniline.	Soluble en bleu.	Combustible.	Rien ou précipité bleu.	Se décolorent à chaud.	Rien.	Se décolorent.
Bleu de quinoléine.	Soluble en bleu dans l'alcool.	Combustible.	Se décolore.	Se décolore.	Rien.	Se décolore.
Couleurs jaunes.						
Jaune de Naples $Sb^2O^5 + PbO$.	Insoluble.	Vapeurs blanches avec le charbon culot cassant de Pb et Sb.	Coloration orange, puis blanche.	Rien.	Rien.	Rien.
Jaune de Cassel $PbCl — PbO$.	Insoluble.	Vapeurs blanches avec charbon, culot de Pb.	Coloration orange, puis blanche.	Rien.	Rien.	Rien.
Orpiment $As S^3$.	Insoluble.	Volatil.	Rien.	Soluble.	Rien.	Rien.
Jaune de chrome $PbO + Cr O^3$	Insoluble.	Fusible en brun rouge avec charbon, culot de Pb.	Solution verte, précipité blanc ; couleur reparaît par l'eau.	Jaune orange.	Rien.	Rien.
Jaune d'outremer $Ba O + Cr O^3$.	Insoluble.	Peu altéré, colore la flamme en vert pâle.	Soluble.	Rien.	Rien.	Rien.
Massicot.	Insoluble.	Fusible avec charbon, culot de Pb.	Production de Pb Cl blanc.	Rien.	Rien.	Rien.
Quercitrin (extrait).	Solution jaune.	Combustible.	Précipité brun jaune clair.	Devient plus clair.	Précipité jaune pâle.	Décoloration avec précipité jaune.
Bois jaune (extrait).	Solution jaune.	Combustible.	Plus clair, précipité jaune.	Jaune orange.	+ Na O CO^2, précipité jaune clair.	Brun jaune, décoloration, précipité brun jaune.
Bois de Fustet.	Solution jaune orange.	Combustible.	Plus jaune.	Rouge jaune.	+ Na O CO^2, précipité orange.	Précipité brun se décolore à chaud.
Graines d'Avignon (extrait).	Solution jaunâtre brunâtre.	Combustible.	Précipité jaune brun.	Jaune rouge.	+ Na O CO^2, précipité orange brun.	Jaune rouge foncé, décoloration.
Campêche (extrait).	Solution brun rouge.	Combustible.	Rouge, précipité rouge.	Violet rouge.	Précipité violet sale.	Précipité brun rouge.
Cachou.	Solution jaunâtre.	Combustible.	Précipité jaune pâle lent à se former.	Rouge jaune, puis rouge brun.	Rien.	Brun, se décolore, précipité brun jaune.
Jaune indien.	Insoluble.	Combustible.	Jaune pâle avec effervescence.	Fonce en couleur.	Rien.	Se décolore lentement.
Gaude.	Solution jaune verdâtre.	Combustible.	Fonce en couleur.	Vire au jaune d'or.	Rien.	Rien.
Curcuma.	Dans l'alcool, rouge brun.	Combustible.	Rouge cramoisi.	Rouge brun.	Rien.	Rien.
Rocou.	Solution alcaline rouge orange.	Combustible.	Précipité orange, liqueur jaune pâle.	Rien.	Précipité orange.	Décoloration lente.
Acide picrique.	Jaune.	Combustible avec explosion.	Rien.	Fonce en couleur.	Rien.	A chaud, odeur de chloropicrine.
Jaune de Martius $C^{20} H^6 (Az O^4)^2 O^2$.	Jaune.	Combustible avec explosion.	Précipité jaune, liqueur bleuâtre.	Précipité orange.	Rien.	Décoloration, précipité jaune.
Phosphine chrysotoluidine $C^{36} H^{17} Az^3$.	Solution orange.	Combustible.	Plus jaune à chaud.	Précipité jaune à chaud.	Rien.	Précipité orange.
Jaune Victoria $C^{14} H^6 (Az O^4)^2 O^2$.	Jaune foncé.	Combustible avec explosion.	Décoloration, précipité jaune clair.	Plus foncé.	Rien.	Trouble, se décolore à chaud.
Gomme-gutte.	Emulsion jaune, solution alcoolique rouge.	Combustible.	Précipité jaune.	Solution rouge hyacinthe.	+ Na O CO^2, précipité orange.	Décoloration.
Couleurs rouges.						
Minium.	Insoluble.	Devient rouge foncé, puis perd sa couleur, il reste jaune après refroidissement.	Dégage du chlore et devient blanc.	Rien.	Rien.	Blanchit à la surface.
Vermillon, Hg S.	Insoluble.	Se volatilise en dégageant SO^2.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.
Rouge anglais, $Fe^2 O^3$.	Insoluble.	Se colore en rouge brun.	Se dissout lentement.	Rien.	Rien.	Rien.
Rouge de chrome $Cr O^3 (Pb O)^4$.	Insoluble.	Fusible, se colore en brun rouge.	Soluble en vert avec précipité blanc.	Rien.	Rien.	Rien.

©BIU Santé

Encyclopédie chimique.Tome X.- Applications de chimie organique. Le papier, ... - page 396 sur 429

MATIÈRES COLORANTES	SOLUBILITÉ DANS L'EAU	CALCINATION	ACIDE CHLORHYDRIQUE	AMMONIAQUE	DISSOLUTION de CHLORURE DE CHAUX	DISSOLUTION D'ALUN
Cochenille.	Rouge jaunâtre.	Combustible.	Devient rouge.	Devient violette.	+ Az H^3, cramoisi.	Décoloration, précipité blanc.
Cochenille ammoniacale. Carmin.	Rouge violacé. Insoluble.	Combustible. Combustible, cendres blanches.	Rouge clair ou orange. Se dissout en devenant jaune.	Rien. Soluble en violet.	Rouge cramoisi. Rien.	Décoloration. Se décolore lentement.
Bois rouge (extrait).	Jaune.	Combustible.	Rouge.	Cramoisi.	Rouge.	Rouge jaune.
Orseille (extrait).	Jaune.	Combustible.	Décoloration.	Rouge jaune.	Se décolore peu à peu.	Décoloration immédiate.
Rouge d'orseille.	Violet rouge.	Combustible.	Rouge et précipité rouge.	Violet.	Rouge et précipité rouge.	Se décolore peu à peu.
Pourpre d'orseille.	Soluble en rouge dans l'acide oxalique.	Combustible.	Plus clair.	Violet.	Rien.	Décoloration.
Carmin de Carthame.	Soluble en rouge dans l'alcool.	Combustible.	Jaune et précipité brun	Se colore en jaune.	Rien.	Décoloration.
Garance.	Rougeâtre.	Combustible.	Vire au jaune.	Rouge cramoisi.	Précipité brun rouge, liqueur rouge jaune.	Décoloration très lente.
Laques rouges.	Insolubles.	Combustibles avec cendres blanches.	Solubles en jaune.	Solubles en rouge violacé.	Rien.	Se décolorent.
Fuchsine (Rosaniline), $C^{40}\,H^{19}\,Az^3\,H\,Cl$.	Rouge violacé.	Combustible.	Jaune.	Décoloration.	Rien.	Précipité rouge sale, puis brun.
Safranine, $C^{42}\,H^{20}\,Az^4\,H\,Cl$.	Rouge.	Combustible.	Plus rouge, puis bleu avec excès.	Rien.	Rien.	Précipité violet pâle, puis décoloration.
Rouge de Magdala, $C^{60}\,H^{21}\,Az^3\,H\,Cl$.	Solution alcoolique cramoisie avec fluorescence.	Combustible.	Rien.	Coloration plus vive.	Rien.	Décoloration immédiate, liqueur jaune.
Acide rosolique, coralline jaune, $C^{40}\,H^{14}\,O^6$.	Rouge orangé.	Combustible.	Jaune.	Rose.	Rien.	Se décolore à l'ébullition avec précipité jaune.
Coralline rouge.	Rouge.	Combustible.	Jaune, précipité orange à chaud.	Un peu plus rouge.	Rien.	Décoloration à chaud.
Murexide, $C^{16}\,H^6\,Az^6\,O^{12}$.	Violet rouge.	Combustible.	Rouge, puis se décolore.	Violet bleu; à chaud violet rouge.	Rien.	Rose, puis décoloration.
Eosine, $C^{40}\,H^8\,Br^4\,K\,O^{10}$.	Rouge avec fluorescence verte ou jaune.	Combustible.	Jaune sans fluorescence, précipité jaune à chaud.	Développe la fluorescence.	Rien.	Décoloration à chaud.

Couleurs violettes.

Outremer violet.	Insolubles.	Se colore en bleu.	Se décolore avec dégagement d'HS.	Rien.	Rien.	Rien.
Violet de méthylaniline.	Solution violette.	Combustible.	Vert dichroïque, devient bleu par l'eau.	Clair; précipité lilas, puis décoloration.	Rien.	Décoloration.
Mauvéine.	Solution violet rouge.	Combustible.	Précipité violet rouge, soluble à chaud; bleu avec acide concentré.	Précipité blanc soluble en partie à chaud.	Rien.	Précipité violet clair soluble à chaud en se décolorant : l'acide sulfureux fait revenir la coloration.

Couleurs vertes.

Outremer vert.	Insoluble.	Au rouge blanc se colore en rouge brun.	Se décolore et dégage HS.	Rien.	Rien.	Rien.
Vert de Rinman, Co O + Zn O.	Insoluble.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.
Vert Guignet, $Cr^2\,O^3 + (HO)^x$.	Insoluble.	Devient noir.	Se dissout lentement, dissolution verte.	Rien.	Rien.	Rien.
Vert de montagne, vert de Brême, vert de Brunswick, CuO + HO.	Insolubles.	Deviennent noirs, colorent la flamme en vert.	Solution verdâtre souvent résidu blanc.	Dissolution bleue et deviennent bleuâtres.	Rien.	Rien.
Vert minéral, Cu O + CO^2 HO.	Insoluble.	Brun noir.	Solution verdâtre avec effervescence.	Devient bleuâtre.	Rien.	Rien.
Vert de Scheele, Cu O + $As\,O^5$.	Insoluble.	Noircit; sur charbon odeur d'ail	Solution verdâtre.	Solution bleue.	Rien.	Rien.
Vert de Schweinfurth, CuO + AsO^3 + $C^4\,H^3\,O^3$.	Insoluble.	Noircit; sur charbon odeur d'ail.	»	Solution bleue.	Rien.	Rien.
Cinabre vert (bleu de Prusse et jaune de chrome).	Insoluble.	Résidu brun.	Solution vert bleu, précipité blanc.	Rien.	Rien.	Devient jaune.
Terre verte (silicate ferroso ferrique).	Insoluble.	Devient rouge brun.	Se dissout à chaud en jaune brunâtre.	Rien.	Rien.	Rien.
Vert de Chine, vert de vessie).	Insolubles.	Combustibles, cendres blanches.	Rougissant.	Rien.	Rien.	Décoloration.
Vert d'aniline.	Solution alcoolique bleu verdâtre.	Combustible.	Se colorent en jaune.	Décoloration lente.	Rien.	Décoloration.
Chlorophylle.	Solution alcoolique verte.	Combustible.	Rien.	Rien.	Précipité vert.	Décoloration.

©BIU Santé

MATIÈRES COLORANTES	SOLUBILITÉ DANS L'EAU	CALCINATION	ACIDE CHLORHYDRIQUE	AMMONIAQUE	DISSOLUTION D'ALUN	DISSOLUTION de CHLORURE DE CHAUX
Couleurs brunes et noires.						
Brun de manganèse, MnO^2HO.	Insoluble.	Brun rouge.	Dégage du chlore.	Rien.	Rien.	Rien.
Brun à l'aniline.	Brun jaune.	Combustible.	Rien. Les solutions concentrées précipitent.	Précipité orange.	Rien.	Précipité jaune, puis décoloration.
Brun Havane, $C^{48}H^{15}Az^5$.	Brun jaune.	Combustible.	Brun rouge foncé.	Précipité jaune.	Rien.	Précipité jaune brun à chaud.
Noirs des matières végétales.	Insoluble.	Combustibles, laissent peu de cendres.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.
Noir d'os.	Insolubles.	Résidu abondant de $PhO^5\,3\,CaO$.	Solubles ne laissent qu'un faible résidu de carbone.	Rien.	Rien.	Rien.
Noir de fumée.	Insoluble.	Brûle difficilement.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.
Graphite.	Insoluble.	Brûle très difficilement.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.
Couleurs blanches.						
Céruse, $PbO\,CO^2$.	Insoluble.	Devient orangée.	Formation de PbCl avec effervescence.	Rien.	Rien.	Rien.
Sulfate de plomb.	Insoluble.	Rien.	Se transforme en PbCl.	Rien.	Rien.	Rien.
Blanc de zinc, ZnO.	Insoluble.	Jaune clair à chaud ; blanc à froid.	Soluble.	Soluble.	Rien.	Rien.
Sulfate de baryte.	Insoluble.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.
Craie, $CaO\,CO^2$.	Insoluble.	Chaux caustique.	Soluble avec effervescence.	Rien.	Rien.	Rien.
Sulfate de chaux.	Un peu soluble.	Rien.	Assez soluble.	Rien.	Rien.	Rien.
Cendres d'os.	Insolubles.	Rien.	Soluble avec un peu d'effervescence.	Rien.	Rien.	Rien.
Kaolin et talc.	Insolubles	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.	Rien.

©BIU Santé

©BIU Santé

ESSAIS DES EAUX

La nature des eaux employées dans la fabrication du papier, surtout du papier de luxe, influe très souvent d'une façon marquée sur la qualité du produit fabriqué.

C'est ainsi que les eaux chargées de matières argileuses ou siliceuses jaunissent la pâte. Lorsque des matières salines sont contenues en plus ou moins grande quantité, la vivacité des matières colorantes peut se trouver notablement altérée; le collage à la gélatine peut être compromis. Les matières organiques rendent souvent très difficile la confection des papiers fins.

On peut classer les eaux en :

Eaux potables.
Eaux séléniteuses.
Eaux calcaires.
Eaux minérales.

Parmi les eaux potables, on peut distinguer :

Les eaux de pluie.
Les eaux de citernes.
Les eaux de torrents.
Les eaux de fleuves et de rivières.
Les eaux de source et de pluie.

Naturellement, ce sont celles que l'on doit employer de préférence dans la fabrication du papier. Les autres sont nommées *eaux crues* ou *eaux dures*. Nous n'avons pas à nous occuper des eaux minérales.

Celles qui peuvent être utilisées industriellement, sont dites *douces*, lorsqu'elles renferment de $0^{gr},05$ à $0^{gr},100$ de résidu par litre, *demi-dures* avec $0,^{gr},110$ à $0^{gr},200$ par litre; *dures*, quand la proportion dépasse $0^{gr},210$ par litre.

Comme nous venons de le dire, la qualité des eaux est d'une grande importance en papeterie, sa détermination indique au fabricant quels sont les genres de papiers qu'il doit se borner à fabriquer. L'analyse, ou tout au moins l'essai des eaux, doivent donc être, par conséquent, le point de départ de la fabrication.

Au point de vue qualitatif :

Les *eaux de chaux*, de *baryte*, l'*acétate de plomb tribasique* indiquent la présence de l'acide carbonique.

Le *chlorure de baryum* précipite les sulfates.

L'*azotate d'argent* précipite les chlorures.

L'*oxalate d'ammoniaque* précipite les sels de chaux.

L'*acide sulfhydrique* et les *sulfures solubles* indiquent la présence des divers métaux.

On constate facilement la présence des matières organiques dans une eau, en y ajoutant un peu de chlorure d'or et en faisant bouillir. La liqueur prend

©BIU Santé

une teinte brune due à la réduction du chlorure d'or quand elle contient des matières organiques.

Une des méthodes les plus rapides pour déterminer le degré de pureté d'une eau est celle qui porte le nom d'hydrotimétrie.

Cette méthode est basée sur la décomposition de la dissolution alcoolique de savon par les sels calcaires et magnésiens que renferme l'eau et sur la production d'une mousse abondante et *persistante* que donne la solution alcoolique de savon lorsqu'on l'agite avec de l'eau pure.

La production de la mousse savonneuse indique donc l'instant où tous les sels calcaires ou magnésiens en dissolution dans l'eau essayée sont précipités à l'état de savons insolubles.

Dans l'hydrotimètre généralement employé, les réactifs et la graduation des instruments sont tels que chaque degré hydrotimétriques représente $0^{gr},100$ de savon décomposé par un litre d'eau, celle-ci contenant $0^{gr},10$ de carbonate de chaux (les autres sels alcalino-terreux, et terreux, décomposent également le savon).

On emploie le savon à l'état de dissolution alcoolique et pour éviter les inconvénients qui résulteraient de la composition variable des savons du commerce, on titre la liqueur d'épreuve au moyen d'une dissolution de chlorure de calcium fondu contenant $\frac{1}{4000}$ de son poids, soit $0^{gr},25$ de ce sel par litre d'eau distillée, ou $0^{gr},39$ d'azotate de baryte.

En Angleterre, 1 degré équivaut sensiblement à $1^{o},43$ de l'hydrotimètre français, et en Allemagne chaque degré équivaut à $1^{o},78$ français.

Les essais hydrotimétriques s'exécutent au moyen d'un flacon jaugé à 10, 20, 30, 40 centimètres cubes et d'une burette graduée nommée *hydrotimètre*.

Chaque essai exige 40 centimètres cubes, ou 40 grammes d'eau, que l'on mesure dans le flacon d'essai lui-même.

L'hydrotimètre est gradué de telle sorte que le trait circulaire marqué au sommet de l'instrument est la limite que la liqueur y doit atteindre pour qu'il soit chargé.

La division comprise entre ce trait circulaire et 0 degré représente la proportion de liqueur nécessaire pour produire le phénomène de la mousse avec l'eau distillée pure.

Les degrés à partir de 0 sont les degrés hydrotimétriques.

La composition de la liqueur est calculée de manière que chaque degré représente $0^{gr},1$ de savon neutralisé par 1 litre d'eau soumise à l'expérience et correspond soit à 0,0114 de chlorure de calcium, soit à $0^{gr},01$ de carbonate de chaux pour la même quantité d'eau.

Le degré hydrotimétrique d'une eau indique donc immédiatement la proportion de savon qu'elle neutralise par litre et la mesure de sa pureté.

Le nécessaire hydrotimétrique se compose :

1° D'un hydrotimètre, ou burette graduée;

2° D'un flacon d'essai de 60 centimètres cubes de capacité et jaugé à 10, 20, 30, 40 centimètres cubes par des traits circulaires;

3° D'un flacon de liqueur savonneuse hydrotimétrique;

©BIU Santé

4° D'un flacon d'eau distillée.

Lorsque l'on veut essayer une eau quelconque, on en mesure dans le flacon d'essai 40 centimètres cubes, et on y ajoute peu à peu la liqueur hydrotimétrique, en essayant de temps en temps si elle produit par l'agitation une mousse légère et persistante (la mousse doit former à la surface de l'eau une couche régulière de plus d'un demi-centimètre d'épaisseur et se maintenir au moins dix minutes sans s'affaisser.

Le degré que l'on lit sur l'hydrotimètre quant on a obtenu cette mousse est le degré hydrotimétrique de l'eau examinée.

Ce degré indique :

1° Le nombre de décigrammes de savon que cette eau neutralise par litre;

2° La mesure de sa pureté, ou la place qu'elle occupe dans l'échelle hydrotimétrique.

Soit 20 degrés le degré observé; il en résulte que 1 litre de l'eau essayée neutralise 20 décigrammes ou 2 grammes de savon, et que cette eau porte pour numéro d'ordre 20 degrés dans l'échelle hydrotimétrique.

Nous donnons un tableau indiquant les degrés de quelques eaux :

DÉSIGNATION	ORIGINE	DEGRÉS HYDROTIMÉTRIQUE
Eau distillée		0,0
— de neige	Paris.	2,5
— de pluie	»	3,5
— de l'Allier	Moulins.	3,5
— de la Dordogne	Libourne.	4,5
— de la Garonne	Toulouse.	5,0
— de la Loire	Tours.	5,5
— de la Loire	Nantes.	5,5
— du puits de Grenelle	Paris.	9,0
— de la Somme	Département de la Marne.	14,0
— du Rhône	»	15,0
— de la Saône	»	15,0
— de l'Yonne	Près l'Armençon.	15,0
— de la Seine	Pont d'Ivry.	15,0
— de la Seine	Id.	17,0
— de la Seine	A Chaillot.	23,0
— de la Marne	Charenton.	19,0
— de la Marne	Id.	23,0
— de l'Oise	Pontoise.	21,0
— de l'Escaut	Valenciennes.	24,5
— du canal de l'Ourcq	Paris.	30,0
— d'Arcueil	»	28,0
— de Belleville	»	128,0

On voit, d'après ce qui précède, qu'avant d'obtenir dans une eau quelconque le phénomène de la mousse, qui ne se manifeste qu'après neutralisation des sels de chaux et de magnésie, il faut d'abord dépenser en pure perte, pour 1 mètre cube, ou 1.000 litres, une proportion de savon qui équivaut, pour l'eau du puits de Grenelle, à 9 hectogrammes; pour celle de la Seine à 15 hectogrammes, ou 23 hectogrammes, suivant l'endroit où elle aura été puisée, etc.

©BIU Santé

On peut finalement, au point de vue hydrotiémtrique, classer ainsi les eaux :

Au-dessous de 30 degrés hydrotimétriques les eaux sont bonnes pour la boisson, le blanchissage et la cuisson des légumes.

De 30 degrés à 40 degrés les eaux sont impropres au savonnage; elles cuisent mal les légumes; elles commencent à ne plus pouvoir être employées par l'industrie.

ESSAIS DES PAPIERS

On peut essayer les papiers chimiquement sous deux rapports principaux. On cherche, d'une part, avec quelle substance ils ont été collés, et qu'elles sont les substances étrangères qu'ils renferment; d'autre part, quand il sont colorés, la nature de la matière colorante employée.

Lorsque le papier a été préparé avec de la colle végétale (empois d'amidon), la teinture d'iode le tache en bleu.

Si dans le résidu de l'incinération on trouve une notable quantité d'alumine, cela indique que l'on s'est servi de savon de résine aluné.

Pour savoir si le papier a été traité avec de la colle animale, on le coupe en fragments que l'on fait bouillir avec de l'eau distillée ou filtrée, puis on évapore le liquide filtré et l'on mélange celui-ci avec une infusion de noix de galle.

Généralement, on recherche aussi les substances étrangères, ou la *charge* que contient le papier. Ces matières sont ordinairement les suivantes :

Les sulfates de chaux, de baryte, de plomb.

Le kaolin.

La craie ou le carbonate de chaux.

Les argiles. Les ocres.

Le papier ordinaire ne donne que 3/4 p. 100 de cendres au maximum; au delà de ce chiffre on doit rechercher et doser les matières étrangères.

Voici comme exemple de recherches de ce genre l'examen chimique d'un papier collé dans la cuve de fabrication fait par M. Braconnot :

Cet auteur dit qu'il l'a soumis aux essais suivants : bouilli avec de l'eau pure, ce papier donne une liqueur ramenant au bleu le papier de tournesol rougi.

L'infusion de noix de galle trouble à peine sa transparence, d'où il suit qu'il ne contient pas de gélatine. Mais l'iode y développe une couleur bleue qui indique l'amidon ou la fécule.

12 grammes du même papier ont été soumis à l'ébullition pendant un quart d'heure avec de l'eau aiguisée par l'acide sulfurique. On a exprimé la liqueur dans un linge fin et l'on a lavé à l'eau bouillante la pâte du papier.

Desséchée, elle ne pesait que 11^{gr},16. La liqueur acide réunie aux eaux de lavage a été saturée par le carbonate de chaux, puis, après avoir été filtrée, on l'a fait évaporer partiellement, afin d'en séparer la plus grande partie du sulfate de chaux. Rapproché ensuite à siccité, il est resté un résidu jaunâtre d'apparence gommeuse du poids de 67 centigrammes. Cette matière, chauffée dans

©BIU Santé

une capsule de platine, s'est boursouflée, en répandant une odeur de pain grillé et a laissé une cendre qui contenait du sulfate de chaux et un autre sulfate à base fixe.

La dissolution dans l'eau de cette matière, d'apparence gommeuse, n'était que faiblement précipitée par l'infusion de noix de galle. Avec l'iode, elle a développé une belle couleur violette très prononcée. Ce n'était donc que de l'amidon légèrement modifiée.

Les 11^{gr},16 qui ont résisté à l'action bouillante de l'acide sulfurique dilué, ont été chauffés avec une légère dissolution de potasse. La liqueur, exprimée bouillante, était une couleur jaunâtre transparente, mais elle est devenue un peu louche en se refroidissant. Elle moussait comme l'eau de savon.

On a versé alors un peu d'acide sulfurique étendu dans cette liqueur pour saturer la potasse; elle est devenue laiteuse en laissant déposer une matière floconneuse qui ne s'est point rassemblée par la chaleur. Elle pesait près de 2 décigrammes après dessiccation sur la capsule, qui était enduite d'une matière grasse.

Elle a été lavée, ainsi que la matière floconneuse, avec de l'alcool, qui a pris une couleur brunâtre et s'est chargé de la matière grasse.

Le résidu, insoluble dans l'alcool, était en grande partie formé d'amidon, qui avait échappé à l'action de l'eau acidulée bouillante. La liqueur, séparée de 2 décigrammes de matière floconneuse grasse, par l'acide sulfurique, contenait aussi de l'amidon; car, évaporée pour faire cristalliser la majeure partie du sulfate de potasse, elle a donné une eau mère jaunâtre qui bleuissait fortement avec l'iode, et il s'est rassemblé un sédiment brunâtre contenant encore de l'amidon. Distillé dans un tube de verre, il a donné un produit liquide alcalin qui a rappelé au bleu le papier rougi de tournesol.

M. Braconnot en conclut que cette action paraît due au gluten contenu dans la farine de céréale ayant servi à coller le papier essayé.

Le liquide alcoolique brunâtre provenant du lavage de la matière floconneuse a été évaporé; il a laissé environ 1 décigramme d'une matière grasse un peu poissante, d'un brun jaunâtre, ayant à peu près la consistance du saindoux. La combinaison avec la potasse était très colorée et avait une saveur amère, ce qui faisait soupçonner la présence d'une résine.

Pour vérifier ce point, on l'a fait chauffer avec de l'eau et une petite quantité de magnésie pour saturer les acides gras. Le résidu, traité encore par l'alcool bouillant, a laissé après son évaporation un léger enduit vernissé, reconnaissable pour être une résine.

Après leur combustion, 5 grammes de papier ont laissé 6 centigrammes d'une cendre très ferrugineuse qui contenait aussi une quantité très notable de manganèse; fondue avec la soude au feu de chalumeau, elle a donné un verre d'un beau bleu.

Cette cendre ne fait point effervescence avec les acides. Chauffée au rouge avec l'acide sulfurique, elle a laissé un résidu qui, délayé avec un peu d'eau, était peu sapide; mais, au bout de vingt-quatre heures, la liqueur a contracté un goût styptique très prononcé, et l'ammoniaque y a formé un précipité d'alumine gélatineuse; la pâte de ce papier contenait donc de l'alun.

©BIU Santé

Quant à la teinte jaunâtre que prennent certains papiers fabriqués à la machine, on l'attribue à l'action du chlore sur le fer des cylindres sécheurs.

Voici ce que disent à ce propos MM. Fordos et Gélis.

Si l'on travaille une pâte dont le lavage a été incomplet, une partie notable du chlore qu'elle contiendra s'écoulera, à la vérité, avec le liquide en excès pendant les premières phases de l'opération, mais il en restera toujours une portion qui se dégagera avec la vapeur d'eau au moment de la dessiccation, attaquera les cylindres de fonte, et formera un chlorure de fer dont les feutres qui supportent la feuille s'imprègneront, et qui, de ces feutres, s'introduira dans la substance même de la feuille.

En effet, ces feutres sont toujours tachés de rouille et la coloration jaune commence à se manifester dans les premiers jours de leur emploi. Cette rouille a contracté, avec le tissu, une véritable combinaison; elle est due à un sel de fer basique au maximum.

Ce n'est pas elle qui peut altérer le papier; elle est insoluble et combinée; mais c'est la partie libre et soluble qui existe à la surface des cylindres ou dans la masse des feutres.

MM. Fordos et Gélis admettent que le composé ferrugineux entre dans le papier à l'état soluble et au minimum d'oxydation; ce fait leur paraît prouvé par l'absence de coloration du papier au moment où il vient d'être fabriqué.

L'état complet de siccité du papier maintient pendant quelque temps le sel de fer au minimum, qui, par suite, reste incolore; mais bientôt l'oxygène de l'air, aidé par l'humidité atmosphérique, réagit et le fait passer au maximum en le colorant.

Cette réaction, très simple, explique parfaitement la coloration jaune, souvent très-accentuée que prennent les papiers ferrugineux. Quant aux taches rondes qui se produisent souvent, on peut les attribuer à un phénomène de cristallisation.

Maintenant, si l'on veut faire l'analyse complète d'un papier collé à la résine, par exemple, on devra doser successivement l'eau, la résine, la fécule, déterminer la quantité de cendres qu'il laisse à l'incinération, leur nature et la proportion des divers éléments s'il y a lieu, enfin la nature et la quantité des filaments qui le composent :

Pour procéder à ces diverses déterminations, on découpe une bande du papier à essayer, de façon à avoir de 1 à 2 grammes; on la dessèche à 105 degrés; la différence de poids indique la quantité d'eau contenue.

Quant à la résine, on la détermine au moyen de l'alcool absolu, auquel on ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique; cette liqueur est mise au contact de la bande et soumise à une ébullition assez prolongée; puis, après décantation, on recommence l'ébullition avec de l'alcool absolu; on sèche ensuite la bande de papier à l'étuve, et le nouveau poids obtenu indique par différence la quantité de résine contenue dans le papier.

Pour doser la fécule, on reprend la bande privée de résine par l'opération précédente, puis on la fait bouillir à nouveau dans de l'alcool étendu de son volume d'eau, et légèrement acidulé. La fécule et l'amidon se dissolvent complètement et l'on reconnaît que la dissolution est terminée au moyen de la

©BIU Santé

teinture d'iode. La bande est ensuite lavée avec de l'alcool étendu d'eau, finalement avec de l'eau distillée, desséchée et pesée. On obtient ainsi, par la nouvelle différence de poids, la quantité de fécule cherchée.

Une incinération finale donne un poids de cendres dans lesquelles on peut chercher les diverses matières minérales intéressantes.

Quant aux fibres qui composent le papier, on peut tout d'abord les reconnaître par l'examen microscopique.

Cet examen peut se faire par l'une des deux méthodes suivantes :

On emploie une solution d'iode qui, suivant les différentes fibres, produit diverses colorations :

1° Le bois mécanique et le jute sont colorés en jaune;

2° La paille, le bois chimique, l'alfa ne changent pas;

3° Le coton, le lin et le chanvre sont colorés en brun.

Pour désagréger le papier, on fera bien d'en prélever une petite quantité que l'on soumettra pendant un quart d'heure à l'ébullition dans une solution contenant de 1 p. 100 à 2 p. 100 de soude. De cette façon les matières étrangères sont éloignées et les fibres dégagées. La présence de bois mécanique sera déjà constatée pendant l'ébullition si le papier jaunit.

Après ce traitement, on verse le tout sur un filtre en laiton à trous fins, et on lave à l'eau pure. Le résidu lavé est réduit en une pâte homogène, sans nœud, dans un mortier en porcelaine.

Dans le cas de papiers colorés, la matière colorante doit être éloignée lorsque l'ébullition n'a pas suffi pour produire ce résultat. A cet effet, on emploie l'acide chlorhydrique, le chlorure de chaux, etc., suivant la nature chimique de la matière colorante. Lorsque le papier n'est pas collé, on n'emploie que de l'eau pour l'ébullition.

Si l'on suppose la présence de la laine dans le papier, on emploie une solution alcoolique, au lieu d'une solution alcaline, qui dissoudrait la laine.

La solution d'iode dans l'iodure de potassium peut être plus ou moins concentrée; la coloration produite est plus ou moins forte, suivant la concentration. On peut employer une liqueur renfermant 20 parties d'eau pour 2 parties d'iodure de potassium et 1,15 d'iode.

Pour étendre la pâte sur le porte-objet du microscope, on emploie deux aiguilles en platine.

Le porte-objet est placé sur un fond blanc, afin que les fibres se détachent mieux. La pâte est recouverte d'un verre, et l'excès d'eau est enlevé par un papier buvard.

Pour déterminer la nature des fibres, un grossissement de 300 diamètres est ce qu'il y a de préférable. Mais pour apprécier la proportion relative des fibres d'origine différente, un grossissement de 120 diamètres permettant d'embrasser une surface plus grande est suffisante.

Cette méthode d'examen peut être modifiée avantageusement comme il suit :

On emploie une solution d'alcali très diluée, une solution aqueuse d'iode analogue à la précédente et un acide sulfurique dont on détermine la densité par tâtonnements.

On extrait de chiffons blancs quelques fibres de coton et de lin, puis on

©BIU Santé

prend un peu de cellulose de bois blanche et de la pâte de paille blanche. Ces fibres sont cuites ensemble pendant quelques minutes avec un peu de dissolution alcaline. On enlève ensuite l'eau seconde par un lavage et l'on met l'une à côté de l'autre, sur des porte-objets, de très petites quantités de chaque fibre, afin que chaque préparation se compose des quatre fibres que nous avons nommées.

Il est important que les fibres ne forment pas de boutons ou nœuds, mais qu'elles soient isolées soigneusement les unes des autres au moyen d'une aiguille.

Après avoir enlevé l'eau avec un morceau de papier buvard appuyé fortement à deux reprises, on ajoute une goutte de solution d'iode qui doit entièrement couvrir les fibres fixées au porte-objet.

La solution d'iode doit être telle qu'une couche épaisse d'un rouge rubis apparaisse claire et transparente. Après une ou deux minutes, on enlève la solution à l'aide du buvard, de façon qu'il ne reste pas de solution d'iode entre les fibres.

Il faut enfin couvrir avec une goutte d'acide dilué la préparation composée des quatre fibres ainsi traitées par l'iode et la recouvrir avec le couvre-verre.

Si la concentration de l'acide sulfurique est suffisante, le coton, le lin, le chanvre se coloreront en rouge violet; la cellulose de bois et la cellulose de paille blanche ordinaire se coloreront en bleu limpide ou gris bleu, ce qui permet d'établir une distinction très nette entre les deux groupes de filaments; quant aux fibres de bois et de jute non blanchies elles se colorent en jaune foncé.

La méthode peut être employée pour les meilleurs papiers ordinaires et blancs qui ne renferment presque jamais de filaments de sparte ou de maïs.

Lorsque ces dernières matières se rencontrent dans le papier, on fait une préparation préalable à l'acide azotique.

La résistance des papiers se mesure en coupant des bandes de 5 centimètres de large sur 60 centimètres de long dont on colle les bouts à la gélatine. On passe dans cet anneau deux baguettes, l'une qui sert à suspendre l'appareil, l'autre qui supporte un plateau de balance. On charge de poids jusqu'à la rupture et l'on ajoute aux poids marqués celui du plateau et de la baguette.

Un bon papier d'impression peut supporter ainsi 30 kilogrammes.

Nous terminerons ces considérations en donnant un tableau qui indique les caractères distinctifs des fibres textiles d'origine végétale et d'origine animale qui se rencontrent dans les papiers.

©BIU Santé

	FIBRES VÉGÉTALES	FIBRES ANIMALES
Calcination.	Brûlent rapidement. Laissent peu de cendres. Odeur empyreumatique. Vapeurs acides.	Se boursouflent. Brûlent difficilement. Odeur de corne brûlée. Vapeurs acalines.
Acide azotique concentré.	Restent incolores même à l'ébullition.	Se colorent en jaune par l'ébullition.
Réactif cuivrique de Scheweitzer.	Le coton, le lin et le chanvre se dissolvent lentement.	La soie est dissoute ; la laine reste intacte.
Solution de potasse ou de soude à 8 p. 100.	Sont à peine attaquées.	Se dissolvent à l'ébullition. La solution de la laine se colore en violet par le nitro-prussiate de soude.
Chlorure de zinc à 60 degrés Baumé.	Ne sont pas attaquées.	A 60 degrés la soie se dissout ; l'eau en excès la reprécipite à nouveau ; la laine n'est pas attaquée.
Solution chaude de rosaniline dans l'ammoniaque.	Passées dans cette solution puis ensuite dans l'eau, restent blanches.	Passées dans cette solution puis ensuite dans l'eau, elles restent teintes.
Plombate de soude bouillant.	Ne produisent aucune coloration.	Donnent une coloration brune avec la laine ou les poils ; rien avec la soie.

©BIU Santé

CHAPITRE XIV

STATISTIQUE

Il ressort de ce que nous venons d'écrire dans les pages précédentes que l'industrie de la papeterie est une des plus importantes, tant par l'importance des besoins qu'elle est appelée à satisfaire, que par la nature et la diversité de ces mêmes besoins. Nous chercherons à fixer les idées d'une manière plus précise à ce sujet, en donnant quelques chiffres relatifs à la production et à la consommation du papier, soit dans le monde entier, soit dans les principaux pays producteurs.

Pour ne remonter qu'à une vingtaine d'années, nous voyons qu'en 1870, le le monde produisait annuellement environ 900.000 tonnes de papier; dans ce chiffre, l'Europe entrait pour 700.000 tonnes et l'Amérique pour 200.000. La production de l'Asie, Indes, Chine et Japon n'est pas comprise dans cette évaluation; la statistique ne pouvant la préciser.

Ces 900.000 tonnes se décomposaient ainsi :

Papier à écrire	150.000
Papier d'impression	450.000
Papier d'emballage	200.000
Cartons, cartes	100.000
	900.000

Quant à la consommation par spécialités, elle était la suivante :

Administration	90.000
Ecoles	90.000
Commerce, industrie	190.000
Papier à lettres	70.000
Imprimeurs	460.000
	900.000

Quant aux matières premières employées, elles se répartissaient ainsi :

©BIU Santé

	TONNES DE PAPIER
100.000 tonnes de chiffons de laines produisant.	50.000
1 million de tonnes de coton produisant	250.000
100 000 tonnes de sparte, jute, alfa produisant	50.000
1 million de tonnes de chiffons de lin, chanvre produisant . .	200.000
200 000 tonnes de paille produisant	100.000
200 000 tonnes de bois mécanique produisant.	100.000
300.000 tonnes de produits chimiques produisant.	150.000
	900.000

On pouvait compter, à cette époque, environ 2.500 fabriques munies de 3.000 machines à papier et de 2.000 cuves à ouvrer. Ces fabriques représentaient un capital de 1.500 millions de francs.

Les dépenses s'élevaient à :

	FRANCS
Matières premières.	340 000.000
Salaires.	215 000 000
Charbon	80.000 000
Produits chimiques. Frais généraux	210.000.000
	845.000.000

Les 900.000 tonnes de papier fabriqué représentaient une valeur de 950.000.000 de francs.

La répartition par nations était la suivante :

NATIONS	MILLIONS d'habitants.	MILLIONS DE KILOGRAMMES fabriqués.	MILLIONS DE KILOGRAMMES consommés.
Allemagne.	41	175	165
Autriche-Hongrie	36	70	63
Belgique.	5	22	18
Grande-Bretagne.	32	170	180
Danemark.	2	4	4
Espagne	17	11	12
France.	36	140	138
Italie.	27	48	47
Pays-Bas.	4	7	8
Portugal	4	5	5
Roumanie.	5	0	2
Russie.	71	34	35
Suède et Norvège	6	12	10
Suisse.	3	10	10
Turquie	26	0	4
Etats-Unis.	39	187	189
Canada	15	5	8
Amérique du Sud	16	0	3
Asie.	800	?	?
	1.185	900	900

Aujourd'hui, la production peut s'évaluer à 1 million de tonnes, le nombre des fabriques est à peu près le même et se répartit ainsi :

©BIU Santé

Allemagne	809	fabriques.
Etats-Unis d'Amérique	805	—
Grande-Bretagne	730	—
France	420	—
Italie	252	—
Autriche	255	—
Russie	157	—
Espagne	77	—
Hollande	67	—
Suède	49	—
Canada	37	—
Suisse	55	—
Belgique	39	—
Danemark	13	—
Autres pays	232	—
	3.998	fabriques.

Les journaux emploient à eux seuls annuellement plus de 300.000 tonnes. Les services administratifs 100.000 tonnes, les écoles 150.000, le commerce et l'industrie 220.000 et la correspondance privée 230.000 tonnes.

FRANCE

Il y a une dizaine d'années, la France comptait environ 500 fabriques réparties dans 70 départements. Aujourd'hui, la situation est à peu près la même; un certain nombre de fabriques ont été arrêtées.

On peut estimer que ces fabriques emploient environ 50.000 ouvriers. La puissance mécanique totale est de 25.000 chevaux-vapeur dont 12.000 en moteurs hydrauliques.

Les centres les plus importants de fabrication sont en France :

Le département	de l'Isère avec	45	fabriques.
—	de la Charente avec	28	—
—	du Pas-de-Calais	24	—
—	de Seine-et-Oise avec	16	—
—	de Seine-et-Marne avec	12	—

Viennent ensuite les départements des Vosges, de l'Ardèche, de Loir-et-Cher, Calvados, Meuse, Sarthe et Nord.

La France n'importe que pour 2 millions de francs de papier et exporte en Algérie et à l'étranger pour environ 50 millions de francs.

L'importation des chiffons est de 20 millions de kilogrammes dont la moitié est réexportée. Les fabriques de papier emploient en outre des quantités considérables de sparte et de pâte de bois.

La valeur des exportations de papiers de la France s'est élevée :

En 1870 à	31	millions de francs.
En 1871 à	33	—
En 1872 à	49	—
En 1873 à	52	—
En 1874 à	52	—
En 1875 à	59	—
En 1876 à	53	—

©BIU Santé

En 1877 à	53	millions de francs.
En 1878 à	49	—
En 1879 à	48	—
En 1880 à	55	—
En 1881 à	56	—
En 1882 à	52	—
En 1883 à	53	—
En 1884 à	47	—
En 1885 à	49	—

ALLEMAGNE-AUTRICHE

En Allemagne et en Autriche la fabrication du papier au moyen des succédanées a pris un développement considérable depuis une vingtaine d'années.

A ce point de vue spécial, l'Allemagne possède en fabriques de papier à base de paille ou de bois :

12 fabriques de papier.
189 fabriques de papier et de pâte.
65 fabriques de papier et de carton.
25 fabriques de pâte de bois mécanique.
3 fabriques de pâte de paille.
19 fabriques de pâte de bois chimique.

L'Autriche-Hongrie de son côté donne les chiffres suivants :

27 fabriques de papier et de pâte de bois.
24 fabriques de pâte de bois mécanique.
6 fabriques de pâte de bois chimique.

En Autriche, la fabrication du papier de paille se développe en outre d'une façon considérable. Comme on le voit, le bois n'y est guère employé qu'à l'état de pâte mécanique. Mais, les papiers communs en absorbent de très fortes quantités, car on peut se servir de cette pâte dans des proportions d'autant plus grandes qu'elle est employée plus fraîche, ce qui est facile pour la plupart des fabriques de ce pays si richement boisé.

GRANDE-BRETAGNE

C'est en 1804 que la première machine à papier a fonctionné en Angleterre.

En 1850, ce pays possédait 322 machines continues produisant annuellement 59 millions de kilogrammes, ce qui donnait pour terme moyen un produit de 610 kilogrammes par jour pour chaque machine. Il y avait, en outre, 266 cuves produisant 4 millions de kilogrammes, soit au total 63 millions de kilogrammes. L'exportation s'élevait à cette époque à 3.284.000 kilogrammes.

Aujourd'hui, la Grande-Bretagne importe chez elle beaucoup de papier. C'est ainsi qu'en 1888 les pays suivants lui ont fourni :

©BIU Santé

	QUINTAUX	
	Papiers d'imprimerie et d'écriture.	Autres sortes excepté les papiers de tenture.
Allemagne	164.469	463.513
Belgique	66.365	102.478
Hollande	28.035	666.545
Suède	46.093	»
France	4.267	32.204
Autres pays	29.325	297.629
	338.554	1.582.369

L'importation totale de papier en Grande-Bretagne (à l'exception des papiers de tenture), s'élève donc à 1.920.923 quintaux. Très peu de ces quantités sont réexportées.

Par contre, on exporte des quantités assez importantes de papier provenant des fabriques anglaises. En 1888, cette exportation s'est élevée à 1.015.021 quintaux dont 786.584 quintaux de papier à écrire et d'impression, et 228.437 quintaux d'autres sortes.

Le débouché principal pour le papier anglais est l'Australie.

ITALIE

C'est l'Italie qui a fabriqué les premiers papiers, vinrent ensuite la France, l'Allemagne, puis l'Angleterre.

Une des plus vieilles papeteries connues est celle de Padoue, qui date de 1360. Il est certain que les plus renommées furent toujours celles de Fabriano (province d'Ancône).

Jusqu'à la fin de 1374, l'exportation des chiffons de coton et de lin fut absolument prohibée dans les États de la République vénitienne.

Les progrès de cette industrie en Italie furent très lents. Ce n'est qu'à partir du commencement de notre siècle que de sérieuses innovations furent introduites. Cependant, aujourd'hui encore, la fabrication du papier à la main est loin d'être abandonnée dans la Péninsule.

Avant 1859, l'industrie du papier comptait, en Italie, 273 fabriques occupant environ 1.200 ouvriers et donnant annuellement 18 millions de kilogrammes de produits.

En 1862, non compris la Vénétie, la fabrication était la suivante :

	NOMBRE de machines.	PRODUIT en kilogrammes.	NOMBRE de cuves.	PRODUIT en kilogrammes.
Piémont	16	7.000.000	35	325.000
Ligurie	4	700.000	74	1.100.000
Lombardie	8	1.500.000	200	3.000.000
Parme	1	100.000	40	600.000
Romagne	»	»	40	600.000
Toscane	3	500.000	120	1.800.000
Naples	20	400.000	137	2.055.000
	52	10.200.000	646	9.480.000

©BIU Santé

En 1878, nous trouvons pour tout le royaume :

	NOMBRE de machines.	PRODUIT ANNUEL en kilog.	CHIFFONS CONSOMMÉS en kilog.
	—	—	—
Sans fin.	97	26.190.000	28.939.950
A tambour	70	6.300.000	8.190.000
Cuves	946	14.190.000	18.447.000

Ce qui donnait une production annuelle de 46.680.000 kilogrammes avec 22.000 ouvriers. La valeur de cette production était d'environ 42 millions de francs.

Aujourd'hui, ces chiffres ont peu varié tout en augmentant un peu.

Quant aux *importations* actuelles dans ce pays, elles peuvent se résumer par les chiffres suivants :

	QUINTAUX	VALEUR
	—	—
		Francs.
Chiffons provenant de fibres végétales	3.550	96.000
Chiffons d'origine animale	14.000	290.000
Chiffons de tout genre	16.400	63.000
Pâte de bois, de paille, etc.	60.490	1.500.000
Papier blanc ou à pâte teinte.	15.000	1.915 000
Papier doré ou peint	6.100	1.225.000
Papier buvard.	1.328	137.000
Papier d'emballage	6.000	243.000
Cartons ordinaires.	43.800	1.450.000
Cartons fins.	1.500	210.000

Pour les *exportations* nous trouvons :

	QUINTAUX	VALEUR
	—	—
		Francs.
Chiffons composés de fibres végétales	18.600	682.000
Chiffons d'origine animale	115	2.400
Chiffons de tout genre	1.200	32.000
Papier blanc ou à pâte teinte.	25.500	1.810.000
Papier doré on peint	100	20.000
Papier buvard.	600	69.000
Papier d'emballage	31.000	1.800 000
Cartons ordinaires	1.700	71.000
Cartons fins.	900	109.000

NORVÈGE. SUÈDE

Ces pays exportent actuellement une grande quantité de pâtes de bois mécanique et chimique. En Norvège, la pâte de bois forme environ 10. p. 100 de la quantité totale des bois exportés.

Les bois employés sont principalement le sapin (abiès excelsa) et le tremble.

En 1870, l'exportation Norvégienne en pâte sèche était de 275.000 kilogrammes valant 107.000 francs; en 1888, ces nombres sont devenus 100.000 tonnes, valant 13.400.000 francs.

En Suède, également, on exporte de grandes quantités de pâte de bois,

©BIU Santé

l'exportation peut se monter annuellement à 16.000.000 de livres environ (la livre vaut 425 grammes).

Toutes les fabriques suédoises réunies peuvent produire annuellement 40.000.000 de livres de pâte de bois mécanique et 16.000.000 de pâte produite par la voie chimique.

La plus grande fabrique de pâte de bois de la Suède et l'une des plus grandes du monde entier est celle de Trollhattan, qui peut produire avec 24 meules une masse annuelle de 12.000.000 de livres de pâtes de bois.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

Le commerce du papier acquiert de jour en jour aux États-Unis une importance plus grande.

En 1863, on considérait comme un fait extraordinaire d'avoir une machine produisant 3.000 livres de papier par jour; aujourd'hui, nombre de machines américaines produisent par jour 10.000 kilogrammes.

En 1888, les États-Unis ont exporté pour 5 millions de francs de papiers divers et importé d'Allemagne et d'Angleterre pour 26 millions de francs de chiffons.

Le nombre des fabriques est d'environ 800, produisant au total pour 300 millions de francs de papier. On voit donc que les exportations sont très faibles par rapport à la consommation intérieure.

Pour terminer ces divers renseignements, nous pensons qu'une liste des brevets relatifs à la fabrication de la cellulose ligneuse, pour pâte à papier pris dans ces vingt dernières années ou à peu près, peut être intéressante à consulter à plusieurs points de vue.

©BIU Santé

TABLE CHRONOLOGIQUE

Des brevets d'invention relatifs à la fabrication de la cellulose ligneuse pour pâte à Papier, pris du 1er janvier 1870 au 31 décembre 1886.

Année 1870.

88.378. Kœchlin. — Perfectionnements apportés à la fabrication de la pâte à papier, au moyen du bois et d'autres matières ligneuses ou textiles.

88.611. Specker et Waissnix (frères). — Appareil trieur-sécheur de la pâte ou défilé de bois pour la fabrication du papier et du carton.

88.910. Brulé. — Frictionneuse propre à faire de la pâte de copeaux de bois, sans cuisson.

89.760. Sinclair. — Perfectionnements apportés dans le traitement des bois et autres matières fibreuses pour la production de la pulpe de papier.

89.803. Demailly. — Procédé d'extraction des filaments de la paille et de l'écorce du mûrier et leur transformation en pâte à papier.

90.101. Orioli et Vita. — Traitement des végétaux pour la fabrication des pâtes à papier, à carton, etc.

90.797. Prinz et Lœwy. — Fabrication de la pâte à papier et de papier avec les substances végétales.

90.937. Felbert. — Appareils et procédés propres à la fabrication du papier de bois et autres et au blanchiment des étoffes, du fil et autres matières.

91.216. Riddel. — Perfectionnements dans les appareils diviseurs et réducteurs des fibres de bois pour la fabrication de la pâte à papier et pour d'autres usages.

Année 1871.

91.485. Reed. — Perfectionnement dans la fabrication du papier.

91.487. Schmidt et Granv[illegible]e. — Procédé perfectionné pour l'obtention de la pulpe à papier avec le bois.

94.898. Gillet et fils. - Utilisation des résidus de bois après extraction des principes astringents.

94.905. Keegan. - Mode perfectionné de traitement des bois et autres substances végétales pour la préparation de la pulpe propre à la fabrication du papier.

91.942. Pochez fils. — Pile broyeuse pour la fabrication de la pâte à papier.

91.991. Chaudet. — Application et emploi des bois tinctoriaux dont on a extrait la matière colorante, à la fabrication de la pâte à papier.

92.064. Fistié. — Récupération des eaux alcalines dans le lessivage du bois.

92.089. Demailly. — Appareil à désagréger les plantes textiles et le bois.

92.284. Adamson. — Perfectionnement apportés à l'extraction des matières

©BIU Santé

gommeuses et résineuses du bois dans la conversion de ce dernier en pâte à papier.

92.559. Fyfe. — Perfectionnement dans le traitement et la préparation des matières propres à la fabrication du papier et dans les appareils employés; ces perfectionnements applicables au blanchiment d'autres matières.

92 936. Ruck. — Perfectionnement dans la pâte à papier (traitement du bois ou d'autres substances).

Année 1872.

94.206. Ungerer. — Procédé de fabrication de la pulpe de papier de bois, par voie chimique.

94.315. Fistié. — Procédé de fabrication des pâtes à papier, au moyen des plantes telles que paille, bois, sparte, etc.

94.481. Broad. — Pulpe fibreuse pour la fabrication du papier et appareil pour le traitement du tan ou de l'écorce usée pour obtenir cette pulpe.

94.547. Dorville. — Fabrication de papier ou de carton de tannée.

95.247. Knab, Le Batteux, De la Porte et Depoisson. — Moyen de produire la pâte à papier d'extraire les filaments textiles, ainsi qu'un engrais des matières végétales.

95.349. Landes. — Emploi de la pulpe de bois de châtaignier pour pâte à papier.

95.762. Aussedat. — Procédés relatifs à la désagrégation des bois pour l'obtention des pâtes de bois pour la fabrication du papier.

95.309. Knab et Cahen. — Lessivage des matières végétales pour pâte à papier.

96.380. Routledge. — Perfectionnements dans les traitements des matières fibreuses pour pâte à papier et les usages textiles.

96.507. Müntzig. — Perfectionnements apportés au blanchiment des fibres de bois pour pâte de bois.

96.835. Lespermont. — Traitement des végétaux pour la fabrication de la pâte à papier.

96.939. De Montgolfier. — Machine à défibrer les bois pour pâte à papier.

97.308. Noble. — Procédé de traitemeut des matières fibreuses de différentes sortes pour la fabrication du papier.

97.593. Kaiser et Ziegler. — Appareil à assortir les fibres de bois pour pâte à papier.

Année 1873.

98.118. Blyth et Southby. — Perfectionnements dans les procédés et appareils pour traiter le bois pour la fabrication de la pulpe à papier.

98.269. Noad, Martin et Pernell. — Perfectionnements dans la fabrication de la pulpe ou pâte à papier de bois et dans les appareils employés à cette fabrication.

98.656. Curtis. — Perfectionnements dans les machines à faire la pâte à papier.

98.867. Meyh et Wœelter. — Mode de préparation du bois ou des matières ligneuses et de toutes espèces de matières végétales et fibreuses nécessaires à la fabrication du papier, du carton et d'autres produits analogues.

99.303. Seitz. — Appareil et procédé perfectionnés de traitement du bois et d'autres matières similaires pour la fabrication de la demi-pâte et du papier.

99.452. Hougton. — Système perfectionné de moyens et appareils pour faciliter le débouillissage ou le traitement et la décharge des matières et pulpes employées pour la fabrication du papier.

©BIU Santé

180.132. Société de la papeterie de Thode. — Raffineur de pâte à papier, avec alimentateur automatique.

100.466. Aussedat. — Désagrégation des bois et autres matières ligneuses, en leur conservant leur couleur naturelle et extraction de la résine du bois.

100.661 Armitage. — Perfectionnements dans les procédés en usage pour diviser le bois ou les matières fibreuses et les réduire en pulpe.

101.315 De Meritens et Kresser. — Extraction de la cellulose fibreuse des succédanés de chiffon, pour pâte à papier.

Année 1874.

101.720. Vautravers et Lheureux. — Fabrication des pâtes de bois pour papeterie.

101.909. Parisot. — Appareils pour la décortication des tiges de mûrier et autres pour la fabrication du papier.

102.153. Berthot et Vigneux. — Mode de lessivage des matières premières propres à la fabrication du papier (chiffons, paille, bois, sparte, etc.).

103.017. Dufay. — Traitement des matières lessivées à la chaux pour la fabrication du papier.

103.569. Blake. — Traitement, macération et blanchiment des jutes et autres matières végétales fibreuses.

104 004. Chamas et Bouju (frères). — Appareil à broyer le bois pour la fabrication de la pâte à papier.

104.145. Laflin. — Procédés et machines pour la désagrégation des matières fibreuses.

104.406. Fyfe. — Moyens de recouvrer l'alcali du liquide dans lequel on a fait bouillir du sparte, du bois, de la paille, etc.

101.521. Pochez (fils). — Machine à blanchir les pâtes à papier.

104.829. Faure. — Machine à triturer les matières pour la fabrication du papier.

104.939. Meech. — Perfectionnements dans la fabrication de la pâte à papier.

105.026. Deschamps. — Matières textiles propres à la fabrication du carton et du papier.

105.104. Mitscherlich. — Utilisation du bois et des étoffes au moyen de substances réduisantes pour la fabrication du papier.

105.609. Voisin (frères et C^{e}). — Appareil à triturer la pâte à papier ou à carton.

105.891. Lemercier. — Appareil broyeur pour la fabrication des pâtes à papier.

Année 1875.

106.797. Catala et Chantrenne. — Machine pour la fabrication du papier de paille et autres.

106.922. De Angelis. — Système de machines pour réduire le bois, la paille et les chiffons en pâte à papier.

106.948. Pochez fils. — Ensemble de machines pour le lessivage des matières employées en papeterie.

107.920. Bois, Sanial et les sieurs Juron. — Traitement des spartes, alfas, paille, etc., pour la fabrication des pâtes à papier.

108.033. De Meritens. — Machine à défibrer.

108.271. Rœckner. — Perfectionnement dans le mode de traiter des matières fibreuses dans les appareils pour la conversion en pâte à papier.

108.434. Mougeot et C^{e}, et Bayer (frères). — Moulin pour la trituration de la pâte brune de bois.

©BIU Santé

109.552. Farineaux et Dehemptine. — Désagrégation par lessivage sous pression hydraulique des bois, pailles, spartes, etc., pour pâte à papier.
110.340. Fyfe. — Récupération des liqueurs alcalines du lessivage des bois.

Année 1876.

112.260. Juron (les sieurs). — Blanchiment des fils et tissus et de toutes matières végétales textiles, propres à la fabrication du papier.
113.315. Fournier. — Traitement des matières végétales et animales pour pâte à papier.
113.898. Dudrumel et Kiefer. — Fabrication de pâte à papier avec l'écorce d'osier.
114.009. Moukton. — Perfectionnements dans le traitement des fibres végétales pour la fabrication du papier.
114.962. Labrousse (frères). — Appareil défibreur centripète à défibrer et triturer les matières pour la fabrication du papier.
115.570. Maublanc. — Machine à triturer et broyer la paille, les végétaux ligneux, etc.

Année 1877.

116.744. Boyer (les sieurs). — Crémaillère à dent d'engrenage, appliquée aux défibreurs à axe verticaux pour râper et faire de la pâte de bois pour fabrication du papier.
116.996. Lioud. — Désagrégation des ligneux et textiles et leur conversion en pâte à papier.
119.597. Juron. Procédé pour la décoloration et le blanchiment des textiles et des pâtes à papier.
119.733. Bois et Bayon. — Procédé de désagrégation et de blanchiment et tous textiles et de lessivage des chiffons et leur conversion en pâte à papier.
121.157. Debié. — Fabrication des pâtes de paille, sparte, alfa, bois, etc., pour la papeterie.

Année 1878.

122.108. Russel. — Perfectionnements dans les cylindres à triturer la pâte à papier.
112.370. Blake. — Préparation, traitement et blanchiment des matières végétales fibreuses pour la fabrication du papier.
122.395. Annandal et Waston. — Épurateur en filtre tournant de la pulpe ou pâte à papier.
124.986. Brabletz. — Traitement chimique du bois pour obtenir la pâte à papier.
125.982. Labrouze (frères). — Épurateur hélicoïde.
126.878. Lespermont. — Trieur-épurateur des pâtes à papier.

Année 1879.

128.964. — Labrousse (frères). — Cylindre et platine de pile à papier.
129.361. Cesbron. — Procédé de blanchiment de la pâte à papier.
129.663. Steinmann dit Kaminski. — Épurateur rotatif pour papeterie.
130.625. Mallary. — Perfectionnements dans la fabrication de la pâte à papier avec le bois, etc.

©BIU Santé

131.036. L'Huilier-Magnin. — Épurateur vertical fixe pour pâte à papier.
131.156. Royer et Chenay. — Extraction des celluloses des matières végétales et animales, pour en faire de la pâte à papier.
131.244. Ducos. — Système de lessiveur rotatif à enveloppe fixe.
132.149. Société de fabrication de pâte de bois. — Procédé de blanchiment de la pâte de bois.
132 766. Société de fabrication des pâtes de bois. — Perfectionnements à la fabrication du papier et du carton. Appareils qui s'y rapportent.
132.810. Cardaillac. — Appareil de sûreté destiné à éviter les explosions des lessiveurs à vapeur.
133 511. Reinike-Jasper. — Épurateur de pâte avec cylindre giratoire.
133.560. Société Lange et C^e^. — Traitement des pâtes à papier.
133.624. Société de fabrication de pâte de bois. — Blanchiment de la pâte de bois.
134.094. De Montgolfier. — Perfectionnements aux meules défibreuses horizontales pour la fabrication de la pâte de bois.

Année 1880.

134.808. Zeyen. — Perfectionnements dans les épurateurs de pâte à papier.
134.918. De Montgolfier et Martin. — Épurateur rotatif.
136 048. King. — Perfectionnements dans les moulins destinés à réduire le bois en pâte et applications.
136.251. Forbes.—Perfectionnements dans les machines à laver, casser et battre la pâte à papier.
136.455. Heine. — Perfectionnements à la platine des piles à cylindre.
137.061. Chapin (les sieurs). — Perfectionnements dans la fabrication de la pâte à papier, etc.
138.252. Tidcombe. — Perfectionnements dans l'épuration de la pulpe à fabriquer le papier.
138.737. Lahousse. — Perfectionnements dans la fabrication et le lavage des pâtes blanchies et écrues à papier, avec des pailles, sparte, etc.
138.785 Eyquem. — Nouveau traitement de la fabrication de la pâte à papier avec toutes matières végétales.
139.644. Zeyen. — Épurateur de pâte à papier.
139.933. Lucas, Stanley et Thompson. — Procédé et appareil pour la fabrication de la pâte à papier.
140 337. Faudel. — Traitement des végétaux quelconques pour la fabrication de la pâte à papier.

Année 1881.

141.820. Société de fabrication de pâte de bois. — Défibreur avec pression de côté.
144 610. Gagnage et Momeret. — Nouveau procédé d'isolement de la cellulose des végétaux terrestres et marins.
144.811. Werner et Woithe. — Machine à effiler les matières ligneuses pour pâte à papier.
145.134. Weibel. — Perfectionnements à la fabrication de la cellulose.
145.521. Beyer. — Machine à défibrer les bois.
145.744 Eckmann. — Traitement du bois pour avoir des fibres propres à la fabrication du papier.
146.395. Guest et Court. — Traitement des déchets d'écorce pour fabrication de pâte à papier.

©BIU Santé

Année 1882.

151.708. Camus. — Chaudière pour cuisson de la sciure de bois et de copeaux pour en extraire le tannin, les matières colorantes, décomposer les matières incrustantes et rendre le bois propre à la fabrication du papier et du carton.

146.966. Tidcombe Junior. — Appareil à filtrer la pâte à papier.

147.133. Bauman. — Appareil effectuant la dissolution des fibres pour pâte à papier.

147.196. Société de fabrication de pâte de bois. — Procédé de traitement des corps fibreux.

147.395. Störmer.— Nouvelle méthode pour récupérer la soude dans la fabrication des pâtes de bois, de paille, etc.

147.593. Cauzique (veuve). — Désagrégation, pâtification et blanchiment des matières fibreuses pour la fabrication du papier.

148.233. Demeurs. — Procédé de blanchiment et applications.

148.900. Paris. — Défibreur métallique employé dans la fabrication du papier et du carton.

149.110. Degueroy. — Meule tritureuse et raffineuse pour pâte à papier.

149.413. Lahousse. — Préparation des pâtes à papier.

149.592. Pachoud. — Fabrication d'un papier à base de bois.

149.730. Cobley. — Perfectionnements dans le traitement des matières végétales pour fabrication du papier.

149.939. Werner. — Perfectionnements dans la production du ligneux.

150.170. Kadelski. — Procédé pour la fabrication des sulfites et bisulfites employés au lessivage des matières ligneuses et textiles.

150 209. Chapelot — Application de procédés d'évaporation aux eaux de lavage provenant de la fabrication de la pâte à papier.

150.210. Chapelot. — Application du bisulfite d'alumine ou du bisulfite double d'alumine et de soude à la fabrication de la pâte à papier extraite du bois et de toute autre matière ligneuse.

150.455. Lanoaille. — Machine propre à la trituration des matières ligneuses et filamenteuses.

150.723. Chapelot. — Procédé d'application spéciale du bisulfite de soude à la préparation de la cellulose de bois, etc., avec revivification du bisulfite.

150.865. Magnin et Darbès. — Nouvelle pâte à papier fabriquée avec la sciure de bois.

151.003. Chapelot. — Procédé de fabrication conjuguée des pâtes à papier de paille et de bois.

151.023. André (fils aîné). — Appareil à décortiquer et à filasser les bois de toute nature.

151.060. Allégot. — Fabrication de pâte à papier au moyen des ligneux, bois, paille, etc.

151.102. Annandale. — Perfectionnements dans la fabrication du papier.

151.237. Kadelski. — Appareil pour traitement des ligneux et textiles pour fabrication du papier.

151.254. Le Deliou. — Blanchiment des pâtes à papier.

151.269. Musil. — Fabrication d'un papier à fibre jaune.

151.271. Société (the Sanford universal fibre company). — Traitement des matières fibreuses.

151.708. Camus. — (Voir *Tannin*, 1882.)

152.261. Da Costa correa Leite. — Perfectionnements dans la fabrication de la pâte à papier.

152.425. Lioud. — Dispositions nouvelles dans le procédé de désagrégation des ligneux, etc.

©BIU Santé

152.919. Æsterreicher Verein für chemische und metallurgische producten. — Nouveaux procédés de préparation de la cellulose, au moyen du bois, de la paille, etc.

Année 1883.

152.978. Graham. — Traitement de certaines substances végétales en vue d'obtenir des fibres.

153.152. Woith. — Classeur à tamis pour pâte de bois.

153.242. Abadie. — Lames de métal pour meules servant à la trituration des pâtes à papier.

153.431. Société de fabrication de pâte de bois. — Machine pour tamiser le xylogène ou matière extraite des fibres ligneuses.

153.545. Camus. — Machine déchiqueteuse centrifuge pour l'usage des fabriques de pâtes de bois, etc.

154.514. Dodson (les sieurs). — Perfectionnement dans les machines à désagréger.

154.589. Pierredon. — Appareils destinés à la désagrégation des ligneux et téxtiles pour préparation de la pâte à papier.

154.757. Favier (fils). — Epurateur de pâte à papier.

154.758. Labrousse (frères). — Epurateurs pour pâte à papier.

155.014. Blitz. — Fabrication d'un nouveau genre de cellulose fibreuse ligneuse blanchie ou non pour pâte à chiffons.

155.026. R. Pictet et Brelaz. — Perfectionnements apportés à la fabrication de la pâte chimique de bois.

155.360. Graham. — Blanchiment des fibres végétales.

156.843. Abadie. — Emploi du zinc pour la cuisson des matières qui servent à faire le papier.

155.846. Chaudet. — Méthode de cuisson des matières propres à faire de la pâte à papier.

156.027. Société Médoville-Laurent et Cie. — Broyeur pour la fabrication du papier.

156.154. Oppenheim et Cie. — Procédé d'effilochage des chiffons d'autres matières fibreuses.

156.171. Mitscherlich. — Perfectionnements aux appareils et procédés pour la fabrication de cellulose avec sous-produits.

156.826. Court. — Perfectionnements dans le travail et le traitement des matières fibreuses végétales pour faire les demi-pâtes à papier et à carton.

157.301. Bourrau — Nouveau liquide propre à la fabrication de la pâte à papier de bois et à divers autres usages.

157.678. Camus. — Machine broyeuse à effets multiples pour copeaux, déchets de bois, paille, etc.

157.754. Ritter et Kellner. — Perfectionnements dans la fabrication des pâtes à papier.

158.178. Hermite. — Nouveau procédé de blanchiments des matières textiles et de la pâte à papier de toutes substances.

158.450. Xémay. — Procédé chimique de fabrication de pâte à papier.

159.371. Mac Dougall. — Perfectionnements dans les chaudières employées dans le traitement des matières fibreuses pour pâte à papier.

159.489. Gueyraud. — Produit dit cellulose-tanneur.

Année 1884.

160.071. Hermite. — Procédé de régénération de la lessive alcaline ayant servi au blanchiment ou en papeterie au dégraissage des fibres textiles.

©BIU Santé

160.074. Mathieu et Dubois. — Procédé consistant à désagréger toutes matières végétales par un moyen chimique.

160.105. Hermite. — Transformation par voie électrique des chlorures alcalins en alcalis caustiques et en hypochlorites des produits obtenus au blanchiment des matières textiles et en particulier de la pâte à papier.

160.175. Dahl. — Procédé pour obtention de cellulose hors bois ou d'autres matières végétales.

161.057. Flodguist. — Procédé et appareils propres à la fabrication de la pâte à papier, au moyen de sciure de bois, de la paille, etc... traitées par la chaux phosphatée acide et le sulfite de chaux acide.

161.372. B. Seguin. — Nouveau procédé de fabrication de pâte à papier.

161.392. Tidcombe Junior. — Perfectionnements dans la construction des appareils filtreurs pour filtrer la pâte à papier ou à carton ou pour préparer la demi-pâte de bois, paille, etc., et en sortir toutes les impuretés.

161.511. Pierson et Gray. — Perfectionnements aux égouttoirs pour pâtes à papier.

161.539. Pond et Morse. — Perfectionnements apportés aux procédés et appareils propres à la préparation de la pulpe à papier, au moyen du bois et d'autres matières fibreuses.

161.630. Gerlach. — Machine à tamiser et nettoyer la lignine.

161.698. A. Behr. — Production de cellulose et de glucose, extraites du bois et d'autres végétaux au moyen des huiles éthérées, des alcools et de l'acide sulfurique.

161.721. Korschilgen. — Modifications aux moulins à cylindre pour la fabrication du papier.

161.851. Paris. — Épurateur à roue, destiné à épurer les pâtes de bois et de tous les autres textiles pour la fabrication du carton.

161.904. Fessy. — Procédé de blanchiment instantané des pâtes à papier, tissus, etc.

162.116. Vessier. — Blanchiment des pâtes à papier et de toutes les fibres des végétaux.

162.140. Blitz. — Nouveau mode de fabrication de sulfhydrates de sulfure de sodium ou de potassium et de sulfhydrates de sulfure en général et leurs applications à la fabrication de pâte de cellulose pour la fabrication du papier.

162.259. Gaultier (Ernest). — Lessiveur perfectionné pour paille, chiffons et autres matières propres à la fabrication du papier.

162.723. Société Vereignite Wœrskstatten zum Bruderhaus. — Machine cribleur centrifuge pour tamiser les fibres du bois et du papier.

163.665. Société Rouchez et Vieilhomme. — Mode de construction de lessiveuses pour pâtes à papier, permettant la suppression de l'enveloppe métallique.

163.749. Hoït. — Perfectionnements dans les piles défileuses et effilocheuses à cylindre pour la fabrication du papier.

163.762. Dubreuil. — Pour un nouveau procédé de broyage et de raffinage des matières premières pour pâte à papier et à carton.

163.948. Francke. — Procédés et appareils propres à l'établissement d'une pulpe perfectionnée pour la fabrication du papier.

164.071. Southmayd. — Perfectionnements dans les moyens de désagréger les matières végétales fibreuses.

164.230. Hermite. — Blanchiment des matières textiles en général et des pâtes à papier.

164.323. Wheelwhrigt et Marshall. — Perfectionnements apportés à la fabrication de la pulpe à papier et aux appareils destinés à cette fabrication.

164.521. Vessier. — Lessivage à froid de tous végétaux servant à la fabrication des pâtes à papier et machine pour le lavage de ces pâtes.

164.740. Société Laroche Joubert et Cie. — Nouveau cylindre en bronze phosphoreux pour la trituration des chiffons et autres matières employées dans la fabrication des papiers.

164.976. Société Escher, Wyss et Cie. — Épurateur plat à nettoyage continu.

©BIU Santé

165.043. L. Huillier. — Épurateur tournant à secousses et à mouvement rotatif automatique.

165.223. Claeys. — Perfectionnements apportés aux appareils et procédés employés à la désagrégation des matières textiles végétales ou animales et de celles transformées en pâte à papier, ainsi qu'à la récupération des produits chimiques employés à ce travail.

166.066. Fellner. — Procédé de préparation d'une lessive concentrée pouvant servir à l'extraction de la cellulose du bois.

166.146. Guichard. — Système d'appareil diviseur hélicoïde pour l'affichage des pâtes à papier et autres matières.

Année 1885.

166.341. Courau et Robertie. — Procédé de fabrication de pâte à papier.

166.578. Cuvier fils. — Système de machine à trancher les bois destinés à être converties en cellulose ou pâte chimique, ainsi que ceux employés en teinture, etc.

166.940. Laur. — Perfectionnements dans la fabrication du papier par la cellulose sombre ou rendue foncée.

167.182. Young et Pettigrew. — Perfectionnements dans le traitement des substances végétales afin d'obtenir de la pulpe pour papier ou pour autres usages industriels.

168.746. Favier fils. — Nouveau système de raffineur méthodique pour pâte à papier.

169.468. Abadie. — Lessiveur chemin de fer pour la cuisson de toutes les matières qui servent à faire de la pâte à papier; chiffons, paille, bois, etc.

169.981. Vedèche (les sieurs). — Nouveau système de platine pour les piles de papeterie.

170.562. Kurtz. — Moulin à cylindre démontable pour la fabrication du papier.

170.864. Cuvier fils et Gouraud. — Machine dite *assortisseur*, appliquée au triage et classement des pâtes de bois ou autres pour fabrication de papier ou autres produits.

170.978. Ubertin. — Préparation liquide ou lessive ayant pour objet la fabrication du papier avec toutes les substances fibreuses, paille, foin, bois de toutes espèces, écorces et chiffons.

171.274. Cauzique (veuve). — Fabrication de pâtes à papier de bois, leur blanchiment ainsi que celui de tous les textiles et tissus.

171.460. Roubertie. — Procédé d'extraction de la cellulose à employer comme pâte à papier ou matière textile.

171.839. Renwart. — Produit de fabrication d'une pulpe économique.

172.595. Springer. — Perfectionnements dans la construction des chaudières pour le traitement des fibres ligneuses et autres pour fabrication de pâte à papier.

173.123. Silburn. — Préparation de la pâte à papier, dite papier-pulpe.

Année 1886.

174.201. Ball. — Perfectionnements apportés dans les digesteurs ou autoclaves employés dans la fabrication de la pâte à papier.

175.075. Rœckner. — Épurateur-filtreur de pâte.

175.720 Bernex et Cari-Montrand. — Perfectionnement économique dans la fabrication des pâtes à papier diverses, par l'emploi d'un nouveau composé chimique, désagrégeant, désincrustant et blanchissant toutes les matières végétales : alfa, sparte, paille, etc.

169.056. Schnurmann et Closs. — Nouveau système de chauffage applicable à la préparation de la matière de sulfite dans la fabrication de la cellulose, etc.

176.158. Nation. — Nouveaux procédés de l'application de l'électricité pour le traitement de la fibre végétale dans la production de la demi-pâte.

©BIU Santé

176.523. Debié. — Raffineur centrifuge pour pâte à papier.

176.625. Vessier. — Lessivage et blanchiment des végétaux pour la fabrication de la pâte à papier.

176.771. Société Zuber, Rieder et Cie. — Appareils et procédés de blanchiment pour pâtes à papier, etc.

177.231. Woern. — Appareil rotateur pour lessiver la cellulose et autres matières analogues.

177.710. Kron. — Pile défileuse, raffineuse, mélangeuse, affleureuse et colleuse pour la fabrication du papier.

178.908. Viott. — Perfectionnements dans les piles à fabriquer la pâte à papier.

179.587. Kron. — Nouvel assortisseur, appareil pour trier les matières granuleuses ou filamenteuses suspendues dans les liquides.

179.933. Stanley. — Perfectionnements dans la préparation des matières convenables pour la fabrication du papier dans les appareils employés à cet effet.

180.074. Kellner. — Procédé pour la fabrication de la cellulose de bois.

180.165. Hull et Walker. — Perfectionnements aux machines à défibrer les chiffons, le bois, etc., pour fabrication de pâte à papier.

180.291. Hermite, Paterson et Cooper. — Perfectionnements dans les appareils destinés à la préparation des bains servant à blanchir par l'électrolyse.

180.610. Hibbert. — Appareil pour broyer et réduire en pâte les matières fibreuses et autres.

FIN

©BIU Santé

TABLE DES MATIÈRES

LE PAPIER

TITRE PREMIER

Matières premières. — Chiffons. — Succédanés des chiffons.

Pages.

AVANT-PROPOS : Historique. — Généralités 1

CHAPITRE PREMIER

MATIÈRES PREMIÈRES — CHIFFONS

Matières premières 7
Chiffons 9
Chiffons mixtes de laine et de coton. 9
Classification des chiffons. 14

CHAPITRE II

SUCCÉDANÉS DES CHIFFONS

Qualités à rechercher dans les succédanés. 18
Acacia. 21
Alfa 22
Adansania digitata 26
Bagasse 27
Bambou 27
Bananier. 28
Blé 28
Chardon. 29
Ferula. 29
Foin. 30
Genêt. 30
Gombo 31
Jute 31
Maïs. 32
Mousse 33

©BIU Santé

Pages.

Mûrier . . . 33
Plantes marines diverses. — Algues . . . 33
Pulpes . . . 34
Sapin (Aiguilles de) . . . 35
Sciure . . . 35
Tannée . . . 36
Tourbe . . . 37
Typha . . . 37
Yucca . . . 38

TITRE II

Fabrication du papier.

CHAPITRE III

FABRICATION DU PAPIER ORDINAIRE DE CHIFFON

Triage des chiffons . . . 42
Délissage. — Coupage . . . 43
Blutage . . . 44
Lavage . . . 45
Lessivage . . . 47
Lessiveur cylindrique . . . 53
Lessiveur sphérique . . . 55
Lavage après lessivage . . . 59
Défilage. — Effilochage . . . 60
Piles défileuses ou effilocheuses . . . 62
Fonctionnement des piles . . . 67
Egouttage. — Pressage des pâtes . . . 72

Blanchiment de la pâte . . . 76
Blanchiment au chlore gazeux . . . 76
Blanchiment au chlore liquide ou par les hypochlorites . . . 82
Emploi des permanganates dans le blanchiment . . . 88
Blanchiment à l'huile lourde . . . 89
Blanchiment électrique . . . 90

Composition des pâtes . . . 91

Affinage ou raffinage . . . 91

Collage du papier . . . 103
Collage à la gélatine . . . 104
Collage végétal . . . 112

Coloration des pâtes . . . 115
Blanc . . . 116
Bleu . . . 116
Bleu de Prusse . . . 116
Jaune . . . 119
Rouge et violet . . . 122
Vert . . . 123
Influence de la lumière et de la composition de la pâte sur les matières colorantes . . . 125
Travail spécial de la machine . . . 125
Ancienne machine à papier . . . 128
Formation du papier . . . 136
Séchage et apprêt du papier . . . 137
Epurateurs . . . 137

©BIU Santé

Pages.

Réglage du format et de l'épaisseur du papier . . . 144
Sécherie . . . 147
Machine Batt . . . 149
Machine Lhuilier (type français) . . . 151
Machine Escher-Wyss (type suisse) . . . 153
Machine Dautrebande et Thiry (type belge) . . . 157
Apprêtage du papier . . . 161
Coupage du papier . . . 161
Glaçage. — Satinage . . . 173
Machine à tremper le papier en feuilles (Terme) . . . 176
Machine Derniaine . . . 176
Machines à calandrer . . . 179

CHAPITRE IV

EMPLOI DU BOIS DANS LA FABRICATION DU PAPIER

Pâtes mécaniques. — Appareil Voelter . . . 186
Pâtes chimiques . . . 196
Appareil Houghton . . . 198
Procédé Sinclair . . . 198
Système Cattell . . . 203
Système Ungerer . . . 204
Système Keegan . . . 206
Emploi des sulfites et des bisulfites . . . 211
Emploi de l'électricité . . . 217
Pâtes demi-chimiques . . . 218
Blanchiment des pâtes de bois . . . 218

CHAPITRE V

EMPLOI DE LA PAILLE DANS LA FABRICATION DU PAPIER

Fabrication du papier de paille ordinaire . . . 223
Macération . . . 225
Broyage. — Raffinage . . . 225
Lavage . . . 228
Machine à papier de paille . . . 229
Pâtes chimiques de paille . . . 233
Laveur Lespermont . . . 234
Emploi de l'alfa et du sparte dans la fabrication du papier . . . 240

CHAPITRE VI

FABRICATION DU PAPIER A LA CUVE OU A LA MAIN. — PAPIER DU JAPON — PAPIER DE CHINE

Papier à la cuve ou à la main . . . 242
Papier du Japon . . . 249
Papier de Chine . . . 254

TITRE III

Classification des papiers. — Usages divers. — Papiers spéciaux Papiers peints. — Carton.

CHAPITRE VII

CLASSIFICATION DES PAPIERS

©BIU Santé

CHAPITRE VIII

USAGES DIVERS — PAPIERS SPÉCIAUX

Pages.

Papier mâché 263
Fabrication du papier émerisé. 264
Papier de banque ou de sûreté. 269
Papiers filigranés 272
Papier parcheminé 274
Papiers à calquer. 277
Papiers sensibles et photographiques 278
Papier à filtrer 280
Papier nacré 281
Papier lumineux 282
Papier linge 283
Papier marbré 283
Applications du papier dans l'art de la construction 285
Papier bitumé. 287
Papier incombustible. 287
Papier imperméable 288

CHAPITRE IX

FABRICATION DES PAPIERS PEINTS

Généralités. — Historique 290
Fonçage. — Satinage 293
Impression 295
Papiers veloutés ou dorés. 303
Emploi des couleurs. 304
Papier feutre japonais. 305
Tentures en bois 306

CHAPITRE X

FABRICATION DU CARTON

Carton paille 308
Carton cuir 308
Carton de moulage 309
Carton bitumé ou goudronné 309

TITRE IV

Données générales relatives à la fabrication du papier. — Essais des matières premières et des produits de la fabrication du papier. — Statistique.

CHAPITRE XI

GÉNÉRATEURS DE VAPEUR — FORCE MOTRICE

Générateurs de vapeur. 311
Générateur Dulac. 313
Générateur multitubulaire 318
Générateur de vapeur, système Paul Charpentier 324
Force motrice d'une papeterie 328

CHAPITRE XII

FABRIQUE DE PAPIER — GÉNÉRALITÉS — PRIX DE REVIENT

©BIU Santé

CHAPITRE XIII

ESSAIS DES MATIÈRES PREMIÈRES ET DES PRODUITS DE LA FABRICATION DU PAPIER

	Pages.
Acides	340
Acide sulfurique	340
Acide chlorhydrique	345
Acide azotique	347
Bases alcalines	349
Essais alcalimétriques	351
Détermination du titre pondéral d'une potasse	353
Détermination de la soude dans les potasses	356
Essais acidimétriques	358
Méthode alcalimétrique et acidimétrique Paul Charpentier	360
Essais des soudes	372
Titre pondéral d'une soude	372
Essais des chlorures de chaux. — Chlorométrie	373
Essais de manganèses	382
Essais des oxydes de manganèse, méthode Paul Charpentier	385
Antichlore	387
Essais des chaux	388
Essais des aluns	389
Essais des kaolins et des argiles	389
Matières colorantes	391
Essais des indigos	392
Essais des eaux	401
Essais des papiers	404

CHAPITRE XIV

STATISTIQUE	410
Table chronologique des brevets d'invention relatifs à la fabrication de la cellulose ligneuse pour pâte à papier, pris du 1er janvier 1870 au 31 décembre 1886	417

FIN DE LA TABLE



PARIS. — IMP. C. MARPON ET E. FLAMMARION, RUE RACINE, 26.