

CHAPITRE XXIII

L'ÉPAILLAGE CHIMIQUE OU CARBONISAGE

HISTORIQUE. — PRINCIPE. — AGENTS CHIMIQUES D'ÉPAILLAGE.

Définition. — On appelle *épaillage chimique* ou encore *carbonisage*, cette opération chimique de la fabrication dont le but est de détruire dans la laine ou dans les tissus les fragments végétaux de la toison (chardons, pailles, etc.).

On appelle aussi carbonisage le traitement chimique des chiffons laine et coton, dans lesquels on veut détruire le coton (industrie de la laine renaissance carbonisée).

Le carbonisage peut se faire sur la *laine en fibres*, immédiatement après le lavage, car, cette opération, comme on le sait, n'élimine pas les pailles ou chardons en raison de leur extrême enchevêtrement parmi les fibres. Dans la pratique, par raison d'économie, il se fait souvent sur les *tissus* eux-mêmes quand ceux-ci ont été fabriqués avec des laines imparfaitement écardonnées ou peu chardonneuses.

On réserve ordinairement le nom de *carbonisage* au traitement de la laine en fibres ou des chiffons et celui d'*épaillage chimique* au traitement des tissus.

Quelques mots d'historique (1). — Tant que nos manufactures de drap étaient alimentées par des laines peu pailleuses provenant de

(1) D'après H. Lagache, *L'apprêt des tissus de laine peignée*, Dunod, éditeur.

France ou d'Allemagne, on pouvait fabriquer sans une épuration préalable de la matière première en se contentant d'*épinceter* ou d'*époutiller* pour débarrasser les pièces des impuretés. Ces opérations se faisaient après tissage et dégraissage. Si cela ne suffisait pas on procédait après teinture à l'application à la plume ou au pinceau d'*encres spéciales dites cache-époutils*, qui masquaient les dernières impuretés.

Ces opérations manuelles forcément longues, ralentissaient la fabrication et grevaient les prix de revient de dépenses assez élevées. Ainsi, on comptait en moyenne pour ces besoins accessoires, cent cinquante heures de travail pour un drap de 30 à 40 mètres de longueur.

Vers 1835, l'introduction en Europe des laines exotiques du Cap, de l'Amérique du Sud, de l'Australie, laines excellentes mais extrêmement chargées de matières végétales vint singulièrement compliquer la fabrication.

Il fallut ou renoncer à employer ces laines ou trouver un nouveau mode d'épuration.

On fut conduit à l'*épluchage préalable* de la matière première, besogne d'une lenteur impossible à laquelle on occupait des femmes dans les usines ou les prisonniers dans les prisons. On chercha naturellement à accélérer cette opération en la réalisant par des moyens mécaniques. La conséquence de ces recherches fut l'invention d'une *machine à écharbonner*.

La première de ces machines construite à Huddersfield (Angleterre), fut livrée à M. Aroux, à Elbeuf. Elle pouvait faire un travail de trente personnes. Les constructeurs anglais envoyèrent à Elbeuf un monteur pour la mettre en route; mais les ouvriers et ouvrières prétendirent que cette écharbonneuse allait leur enlever leur travail. Il s'ensuivit une émeute que l'on ne put étouffer qu'en faisant venir de la troupe de Rouen et trois cents à quatre cents arrestations furent nécessaires pour calmer l'effervescence.

De cette première écharbonneuse, M. Aroux ne put tirer aucun parti. Il se trouva en butte au mauvais vouloir des fabricants. Les teinturiers ne voulaient pas teindre la laine, car ils ne répondaient pas du déchet en teinture et en fabrication. Les filateurs disaient qu'on leur donnait non de la laine mais de la bourre et qu'ils ne pouvaient tirer aucun parti de cette matière. M. Aroux fut obligé

de se débarrasser de sa machine et il n'exista pas d'autre échardonneuse en France de 1846 à 1855.

L'usage de ces machines s'est cependant répandu, puisqu'en 1872, il s'en trouvait environ 3 000 en France. Cet usage est maintenant général. Toutefois, malgré les perfectionnements apportés aux échardonneuses les draps cardés fabriqués avec des blousses (1) de laine peignée échardonnée sont toujours pailleux.

L'idée d'utiliser l'action des acides minéraux à la destruction des matières végétales de la laine est venue à propos du traitement des chiffons dans l'industrie de la laine renaissance.

Il est notoire que dans la fabrication des tissus de laine on n'emploie pas seulement la laine neuve provenant directement de la tonte du mouton mais aussi la matière obtenue en effilochant les chiffons de laine que les ménagères cèdent pour quelques sous aux ramasseurs, de telle sorte que la même matière sortie de l'usine sous forme de pièces de drap y revient une ou plusieurs fois à l'état d'effilochages (2). Aux débuts de cette industrie, vers 1850, on triait les lots de chiffons pour en séparer tout ce qui n'était pas laine ; on enlevait à la main les coutures, pièces, reprises, quand elles étaient en coton. Quant aux chiffons à chaîne croisée, laine et coton, par exemple, on devait les rejeter faute de posséder un procédé pratique pour éliminer le coton.

La première idée d'utiliser les acides à cette opération se retrouve en France dans le brevet que prirent en mai 1854 deux industriels, Izart et Leloup. *Ce brevet revendique la propriété d'un nouveau procédé pour détruire au moyen de l'acide chlorhydrique dans toutes les matières lainières, soit à l'état de déchets de fabriques, soit à l'état de chiffons d'étoffes ou de gras toutes les matières végétales qu'elles peuvent contenir.*

Le procédé consiste à humecter les matières dans l'acide chlorhydrique tiède, puis à sécher dans un séchoir chaud et laver à fond, ou bien encore à humecter les laines, les soumettre à l'action du gaz acide chlorhydrique et sécher.

A peu de chose près c'est encore la technique employée de nos

(1) Déchets de peignage, matière première importante dans la fabrication des draps cardés.

(2) La fabrication drapière utilise aussi beaucoup de déchets de coupe dits *déchets neufs* par opposition aux précédents, dits *déchets vieux*.

jours pour carboniser les chiffons qui contiennent du coton (carbonisage ou gaz).

Il est remarquable de constater que l'on considérait à cette époque le traitement à l'acide comme une *opération dangereuse pour la laine des chiffons et l'on supposait qu'il le serait bien plus encore pour la laine des tissus.*

C'est Frézon qui, le premier, a l'idée par son brevet de février 1867, d'appliquer l'épauillage chimique aux étoffes. Son procédé consiste à passer les tissus de laine à épauiller dans un *bain préservateur* chauffé à 60 degrés, garni avec de l'*alun, du sulfate d'alumine, du sulfate de zinc, du chlorure d'étain*, etc., puis dans un baquet renfermant une *eau savonneuse* quelconque, et enfin à imprégner les tissus ainsi préservés d'un *agent destructeur des matières végétales*, parmi lesquels on recommande l'*acide sulfurique*, enfin, on essore et on sèche.

Frézon installa et fit fonctionner son procédé ou frézonnage à Elbeuf, Reims et Roubaix.

Par la suite, des expériences établirent que le *préservateur de Frézon* (alun, sulfate d'alumine..., bain de savon) était absolument inutile et que *le passage en acide sulfurique dilué suivi de l'essorage et du séchage suffit pour produire l'épauillage, sans altérer notablement la laine.*

C'est en cela que consiste la technique actuelle de l'épauillage chimique des tissus.

Principe de l'épauillage chimique. — *L'épauillage chimique tire parti de la propriété qu'ont les matières végétales de se transformer en MATIÈRE CHARBONNEUSE tendre et friable sous l'action d'un acide minéral concentré et d'une élévation de température.* Dans les mêmes conditions, la laine qui contient les matières végétales ne subit pas d'altération sensible.

Cette carbonisation des matières végétales est mise en évidence par des expériences très simples, dont voici quelques-unes :

1° On prend une bandelette de *tissu de coton* blanc (ou simplement un peu d'ouate). On la mouille aussi parfaitement que possible dans de l'acide sulfurique étendu (5 grammes d'acide concentré dans 100 grammes d'eau), on l'exprime entre les doigts puis on l'étale sur la tablette d'une étuve chauffée vers 100-110°.

Au bout d'une heure environ la bandelette est devenue *noire comme du charbon de bois* et se brise sous la moindre pression des doigts.

Le coton, matière végétale, s'est transformé en charbon sous l'action de l'acide sulfurique et de la chaleur. *Si la bandelette contient de la laine en même temps que du coton*, on observe que seul celui-ci est altéré, tandis que la laine reste intacte. On aura de cette façon *régénéré* la laine.

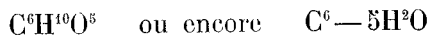
2° Avec la solution d'acide dilué préparée dans l'expérience précédente et avec une plume pour la ronde, la solution acide servant d'encre, on écrit sur *une feuille de papier blanc* ordinaire (papier d'écolier, papier à lettre, etc.). Les caractères tracés sur le papier sont invisibles. Mais si, en prenant quelques précautions pour que l'acide ne s'étale pas, on porte la feuille dans l'étuve chauffée à 100-110 degrés (1) on voit progressivement les caractères apparaître, d'abord en jaune, enfin en noir.

Ici encore, c'est le *papier, matière végétale*, puisqu'il est fait avec du bois, des chiffons de coton, de la paille, etc., qui s'est transformé en charbon sous l'action de l'acide sulfurique et de la chaleur.

3° On sait que pour conserver les *pieux de bois* destinés à être enfoncés dans le sol un excellent moyen de les protéger de la pourriture consiste à en carboniser la pointe en la mouillant avec de l'acide sulfurique concentré. *La carbonisation par l'acide concentré se fait sans élévation de température*. On peut faire cette expérience en trempant dans l'acide sulfurique concentré la pointe d'une allumette dépouillée de son soufre et de son phosphore.

Pour expliquer ces phénomènes de carbonisation il faut savoir que la *substance végétale* qui constitue les fibres du coton, les brins de paille, le bois, etc., est ce que l'on appelle de la CELLULOSE, substance que les chimistes regardent comme constituée par une combinaison d'eau H^2O avec du charbon ou carbone C.

Ils la représentent par la formule chimique



(1) Ou plus simplement, devant un poêle.

cette dernière façon d'écrire ayant l'avantage de montrer les constituants séparés : *eau* et *carbone*.

Or, l'acide sulfurique concentré est un produit extrêmement avide d'eau.

Le coton, le papier mouillés avec de l'acide sulfurique dilué ne sont pas carbonisés, car, à cet état, *l'avidité de l'acide pour l'eau est satisfaite. Mais, par séchage dans l'étuve, l'eau de l'acide dilué s'évapore, l'acide se concentre* : concentré, son avidité pour l'eau réapparaît ; *il s'empare de l'eau de la cellulose et laisse celle-ci réduite à son carbone.* Nous disons que la CELLULOSE A ÉTÉ CARBONISÉE.

Ce carbone n'a plus de consistance ; il est facile de l'effriter et de l'éliminer.

Ceci admis, la *technique de l'épauillage chimique* se comprend sans difficulté :

La marchandise à traiter (laine, chiffons ou tissu) est baignée dans une solution acide convenablement diluée (*acidage*). On l'essore, puis on l'expose à une température de 80 à 100 degrés (*carbonisation*). On la débarrasse ensuite des matières carbonisées (*broyage*), on la désacide (*désacidage*) dans un bain de carbonate de soude. Enfin, on la rince et on la sèche.

Agents chimiques d'épauillage. — Un certain nombre d'*acides minéraux* et même *des sels acides* peuvent carboniser les matières végétales. Cependant, en pratique, on est assez limité dans le choix en raison de la nécessité de ne pas altérer la fibre de laine, d'utiliser un produit facilement éliminable après l'opération, et enfin, bon marché.

À ce triple point de vue, seuls, *deux acides* : l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique ; *deux sels acides* : le chlorure d'aluminium et le chlorure de magnésium, présentent de l'intérêt.

Acide sulfurique. — *C'est l'agent le plus généralement employé, qu'il s'agisse de laine en fibres, de chiffons ou de tissus.*

On sait que l'acide sulfurique en solution étendue n'a pas d'action sensible sur la laine : cette propriété permet par exemple de teindre cette fibre dans un bain bouillant contenant le colorant et de l'acide

sulfurique. Concentré, il n'agit que lentement sur la laine, mais attaque rapidement les matières végétales qu'il carbonise.

On utilise pour l'épauillage soit l'acide à 50-52° Bé (acide des chambres), soit l'acide à 60-62° Bé (acide du Glover), soit l'acide concentré à 66° Bé (1). On en détermine le titre avec un aréomètre de Baumé ou pèse-acide. On emplît à peu près complètement une éprouvette à pied en verre avec l'acide à examiner et on y plonge l'aréomètre. Celui-ci doit s'y tenir verticalement et flotter sans s'appuyer contre la paroi. Plus l'acide est concentré, moins l'instrument s'enfonce. On observe la graduation à laquelle il affleure lorsqu'il est devenu immobile. Si, par exemple, c'est la graduation 48, on dit que l'on a de l'acide à 48° Baumé (48° Bé).

L'acide sulfurique à 66° Bé est de l'acide au maximum de concentration. Un litre de cet acide pèse 1^{kr},840 et contient pratiquement 1^{kr},840 d'acide sulfurique pur (SO^4H^2). De même, 100 grammes de cet acide contiennent pratiquement 100 grammes d'acide pur SO^4H^2 et zéro gramme d'eau (100 pour 100 de SO^4H^2).

L'acide commercial, appelé communément acide à 66° Bé, est en réalité du 65°,7. Densité = 1,83. Il contient 92,75 pour 100 d'acide sulfurique pur.

L'acide sulfurique à 60° Bé est déjà sensiblement moins concentré ; 1 litre de cet acide ne pèse plus que 1^{kr},710 et ne contient plus que 1^{kr},334 d'acide pur SO^4H^2 ; 100 grammes de cet acide renferment seulement 78^{gr},04 d'acide pur SO^4H^2 ; le reste, soit 334 grammes par litre ou 21^{gr},96 pour 100, est constitué par de l'eau.

L'acide à 50° Bé est encore moins concentré (62,5 pour 100), et ainsi de suite, au fur et à mesure que le titre de l'acide s'abaisse.

Influence de l'acide sulfurique sur la solidité des matières carbonisées. — Rappelons qu'aux débuts de l'épauillage à l'acide sulfurique on considérait généralement cette opération comme dangereuse pour la laine des chiffons et on admettait par avance qu'elle le serait davantage encore pour la laine des tissus. De là l'idée du *préservateur de Frézon*, dont le rôle devait être d'atténuer l'action nocive de l'acide sulfurique.

(1) Dans une vitriolerie on recueille au bas des chambres de plomb de l'acide à 50°-52° ; au bas de la tour de Glover, de l'acide à 60°-62° ; ce dernier, par concentration donne le 66°.

Cette action n'est pas niable, mais l'épailleur en dispose dans une certaine mesure, et s'il observe certaines conditions de *concentration de bain d'acide*, de *température de carbonisation*, cette action est pratiquement négligeable.

De très intéressantes expériences sur la résistance des fibres de laine carbonisées à l'acide sulfurique (1) mettent en évidence l'influence de la *concentration du bain d'acidage* et celle de la *température de carbonisation*.

a) **Influence de la concentration du bain d'acidage.** — 3 bandes de tissu de laine A, B, C, identiques, ont subi l'opération de carbonisage dans les conditions que nous indiquons dans le tableau suivant. L'opération terminée, les échantillons ont été soumis à l'*essai de rupture*; on constate une *diminution de résistance* accusée par une diminution de la charge nécessaire pour obtenir la rupture.

ECHANTILLONS	CONCENTRATION POUR 100 du bain d'acidage.	CARBONISATION		NATURE DU DÉSACIDAGE	DIMINUTION POUR 100 de la charge de rupture.
		TEMPÉ- RATURE	DURÉE		
A	1, soit environ 1° Bé	400°	2 heures	Carbonate de soude	2,6
B	3, — 2°,5 Bé	400°	—	—	8
C	10, — 9°,5 Bé	400°	—	—	36

Conclusion. — Les facteurs : température de carbonisation, durée de carbonisation, nature du désacidage étant les mêmes pour les trois essais A, B, C, on ne peut attribuer la variation de charge de rupture qu'à la seule influence de la concentration du bain d'acidage.

b) **Influence de la température de carbonisation.** — 5 bandes de tissu A, B, C, D, E ont subi l'opération de carbonisage dans les

(1) Expériences dues à Spennrath, ancien directeur de l'École professionnelle d'Aix-la-Chapelle.

conditions mentionnées dans le tableau ci-après, qui contient aussi les observations relatives à la diminution de résistance éprouvée par chacun des échantillons.

Conclusion. — Dans cette deuxième série d'expériences, tous les facteurs de l'opération ont été les mêmes, sauf la température de carbonisation qui s'élève à 20° de chaque échantillon au suivant. C'est donc à l'influence de la température de carbonisation qu'il faut rapporter la diminution de résistance que présentent les échantillons après le traitement.

Il convient de remarquer que l'acidage a eu lieu en acide sulfurique à 10 pour 100 d'acide pur. Avec un acide plus faible, 3 pour 100 par exemple, la perte de résistance serait évidemment moins considérable.

ÉCHANTILLONS	CONCENTRATION DU BAIN D'ACIDAGE	CARBONISATION		NATURE DU DÉSACIDAGE	DIMINUTION POUR 100 de la charge de rupture.
		TEMPÉ- RATURE	DURÉE		
A	9°,5 Bé — 40 pour 100	40°	2 heures	Carbonate de soude	10
B	—	60°	—	—	23
C	—	80°	—	—	29
D	—	100°	—	—	36
E	—	120°	—	—	48

C'est précisément cette concentration de 3 pour 100 que l'on adopte habituellement dans la pratique. Il est recommandable de ne pas élever la température de carbonisation au delà de 90-100°.

Acide chlorhydrique. — On pourrait l'employer à l'état de gaz ou à l'état de solution dans l'eau.

A l'état de gaz on l'utilise souvent pour le carbonisage des chiffons. Il attaque peu la laine et n'altère pas sensiblement les couleurs.

En solution dans l'eau, son emploi est à écarter, car il réagit sur la laine d'une façon nettement nocive.

Un échantillon de tissu acidé en acide chlorhydrique à 1° Bé puis carbonisé à 100° pendant 2 heures, accuse déjà une diminution de 5 pour 100 de la charge de rupture ; en acidant à 7° Bé la diminution atteint 85 pour 100.

L'acide du commerce (souvent appelé esprit de sel ou encore acide muriatique) est un liquide jaune fumant à l'air et marquant 22° au pèse-acides (1). Il contient 35 parties de gaz acide chlorhydrique pur HCl en dissolution dans 65 parties d'eau. Le litre de cet acide pèse 1180 grammes. Chauffé il se transforme en vapeurs. Ce sont ces vapeurs acides que l'on utilise pour carboniser les chiffons.

Chlorure d'aluminium ou chlorhydrate d'alumine. — Ce produit est fréquemment employé pour épailler les tissus teints, dont l'acide sulfurique pourrait attaquer la nuance. C'est ainsi qu'il sert pour épailler les bleus, les marrons teints en pièces ou teints en laine, dont la nuance vire avec les acides.

L'intérêt du chlorure d'aluminium a diminué du fait que l'on connaît maintenant un certain nombre de colorants solides à l'acide sulfurique, c'est-à-dire ne virant pas sous l'action de cet acide.

L'action du chlorure d'aluminium est la même que celle de l'acide chlorhydrique : il commence en effet à se décomposer à la température de 100° en développant de l'*acide chlorhydrique gazeux*, tandis que sur la fibre reste de l'*alumine*. *A 130° la décomposition du chlorure d'aluminium est totale.*

Ce mode d'épaillage attaque faiblement la fibre. Par exemple, avec une solution de chlorure d'aluminium à 10° Bé, une carbonisation à 115° pendant 2 heures, la charge de rupture diminue seulement de 15 pour 100.

Le chlorure d'aluminium présente l'inconvénient de déposer sur les fibres de l'alumine, qui joue vis-à-vis de certains colorants le rôle d'un mordant et peut modifier les nuances. C'est pour cette raison qu'il n'est pas employé pour l'épaillage des tissus écrus destinés à être teints. L'alumine qui reste sur les tissus épaillés leur communique un toucher poisseux désagréable. Cette alumine s'élimine très incomplètement par le procédé habituel de désacidage :

(1) Aréomètre Baumé.

eau puis carbonate de soude ; il est nécessaire de *désacidifier à la terre à foulon* pour obtenir une élimination satisfaisante.

Le chlorure d'aluminium se trouve dans le commerce en solution à 30° Bé, pesant 1 260 grammes par litre et contenant environ dans 100 grammes, 30 grammes de chlorure d'aluminium pur Al^3Cl^6 et 70 grammes d'eau. Pour l'épailage, cette solution est diluée avec de l'eau, de façon à la ramener à 10-12° Bé.

Chlorure de magnésium. — Ce produit proposé comme le chlorure d'aluminium, pour remplacer l'acide sulfurique dans les cas où celui-ci agit sur la nuance, présente l'avantage d'être peu coûteux. Mais, par contre, il a l'inconvénient *d'exiger une température élevée pour développer son acide chlorhydrique* qui est l'agent d'épailage : pour que sa décomposition soit totale il faut atteindre 150°. A partir de 130°, la laine elle-même commence à se décomposer et devient jaune et dure ; de plus, comme il faut une quantité de chaleur plus considérable pour produire cette température, l'économie sur le produit d'épailage est compensée par la dépense supplémentaire de combustible.

La décomposition du chlorure de magnésium par la chaleur laisse sur les fibres *de l'oxychlorure de magnésium* Mg^2OCl^2 , corps soluble dans l'eau et éliminable sans difficultés. On a vu qu'il n'en est pas de même pour l'alumine laissée sur les fibres par la décomposition du chlorure d'aluminium. Malgré tout, on préfère généralement le chlorure d'aluminium au chlorure de magnésium.

Tableau-résumé. — Le tableau ci-dessous contient les principales indications à retenir concernant les agents d'épailage que nous venons d'étudier.

Tableau des agents d'épailage chimique.

AGENTS D'ÉPAILLAGE chimique	CAS D'APPLI- CATION	CONCEN- TRATION DES BAINS d'acidage	TEMPÉ- RATURE DE CARBO- NISATION	CORPS RESTANT sur la fibre après la carbonisation	AGENTS de DÉACIDAGE
<i>Acide sulfurique</i> formule SO_3H^2	Laine	5°-10° Bé	80°-100°	Acide sulfurique	Eau et car- bonate de soude
	Chiffons Tissus	5°-10° Bé 2,5-5° Bé	80°-100° 100°-120°	— —	
<i>Acide chlorhydrique</i> formule HCl	Chiffons	gaz	100° env.	Acide chlorhydrique HCl	Eau et car- bonate de soude
<i>Chlorure d'aluminium</i> formule Al^3Cl^6	Tissus teints	8°-12° Bé	100°-130°	Alumine Al^3O^3	Eau acidu- lée puis eau et car- bonate de soude ou terre à foulon
<i>Chlorure de magnésium</i> formule $\text{MgCl}^2, 6\text{H}^2\text{O}$	Tissus teints	10° Bé	130°	Oxychlorure de magnésium Mg^2OCl^2	Eau et car- bonate de soude