

CHAPITRE XXIX

L'ÉPURATION DE L'EAU DURE

CLARIFICATION. ÉPURATION CHIMIQUE.

Nécessité de l'épuration. — Il est sans doute peu d'industries où les eaux dures aient des effets aussi fâcheux que dans l'industrie du tissu de laine ; certaines opérations capitales comme le lavage de la laine, le dégraissage, le foulage du drap, le carbonisage sont extrêmement défectueuses si l'on ne dispose pas d'une eau de grande pureté. Cette nécessité de l'eau pure a souvent conduit l'industrie du tissu de laine à s'installer au voisinage de rivières à eau non calcaire : c'est le cas des fabriques de Mazamet, de Vire, etc.

On peut dire que là où le manufacturier ne dispose que d'eau naturellement dure il est indispensable qu'il envisage un traitement préalable d'*épuration* ; celui-ci, quand l'eau est trouble est souvent précédé d'une *clarification*.

Clarification des eaux troubles. — Les eaux de sources ou de forage sont ordinairement des eaux d'une limpidité parfaite qui ne donnent pas de dépôts. Elles peuvent être soumises telles quelles au traitement d'épuration quand celui-ci est nécessaire.

Par contre, la plupart des eaux puisées en rivière sont *boueuses* ou *louches*, donc chargées de matières minérales et organiques en *suspension* ou à l'état *colloïdal*. On ne peut songer à les traiter telles quelles sans s'exposer à colmater très rapidement les filtres des épurateurs (1) et même si on les utilise sans épuration elles

(1) Les adoucisseurs à zéolithes eux aussi ne fonctionnent de façon satisfaisante qu'avec des eaux parfaitement limpides. Voir chapitre xxx.

donnent des ennuis par exemple, dans le rinçage des matières blanchies qu'elles ternissent.

On peut les clarifier par repos dans de grands réservoirs, la décanation étant accélérée, quand cela est nécessaire, en ajoutant de 50 à 100 grammes de sulfate d'alumine par mètre cube.

Filtres. — On obtient une clarification parfaite en filtrant l'eau décantée sur une couche de silex concassé, de coke, de pierre ponce, etc.

La figure 48 représente un filtre à silex fonctionnant sous pression (1). Le filtre se compose d'une cuve autoclave de forme cylindrique avec fond et couvercle emboutis. Il est construit en tôle d'acier et prévu pour résister à la pression de l'eau. Un faux fond en tôle perforée recouvert d'une toile de cuivre rouge croisée supporte la masse filtrante composée de silex appropriés à l'eau à traiter. Intérieurement, une virole tronconique fixée à la paroi au-dessus du silex permet une répartition égale de l'eau brute et une évacuation facile des boues au moment du nettoyage. Une raquette placée à la partie inférieure du filtre répartit uniformément sous le silex l'air comprimé destiné au nettoyage.

Deux manomètres reliés l'un à l'eau brute et l'autre à l'eau filtrée, permettent de se rendre compte à tout instant de l'état d'encrassement du filtre.

Fonctionnement. — L'eau pénètre dans l'appareil par A et sort clarifiée en S en traversant la masse filtrante de haut en bas. Lorsque le filtre est encrassé, ce dont on s'aperçoit par une différence de pression aux deux manomètres, on le nettoie en renversant le courant d'eau et en faisant agir la soufflerie. Celle-ci est, suivant le cas, alimentée par de l'air comprimé ou de la vapeur à 3 kilogrammes de pression minimum.

Lorsque l'on ne dispose ni de vapeur, ni d'air comprimé, il est adjoit au filtre un petit groupe électro-souffleur.

Lorsque l'eau sort claire pour la purge P, on remet l'appareil en fonctionnement.

(1) La description correspond à un filtre R. Buron, constructeur à Paris.

En marche : A, S ouverts, les autres robinets fermés.

En nettoyage : A, S fermés, B, I, P ouverts.

Le robinet V sert à vider l'appareil.

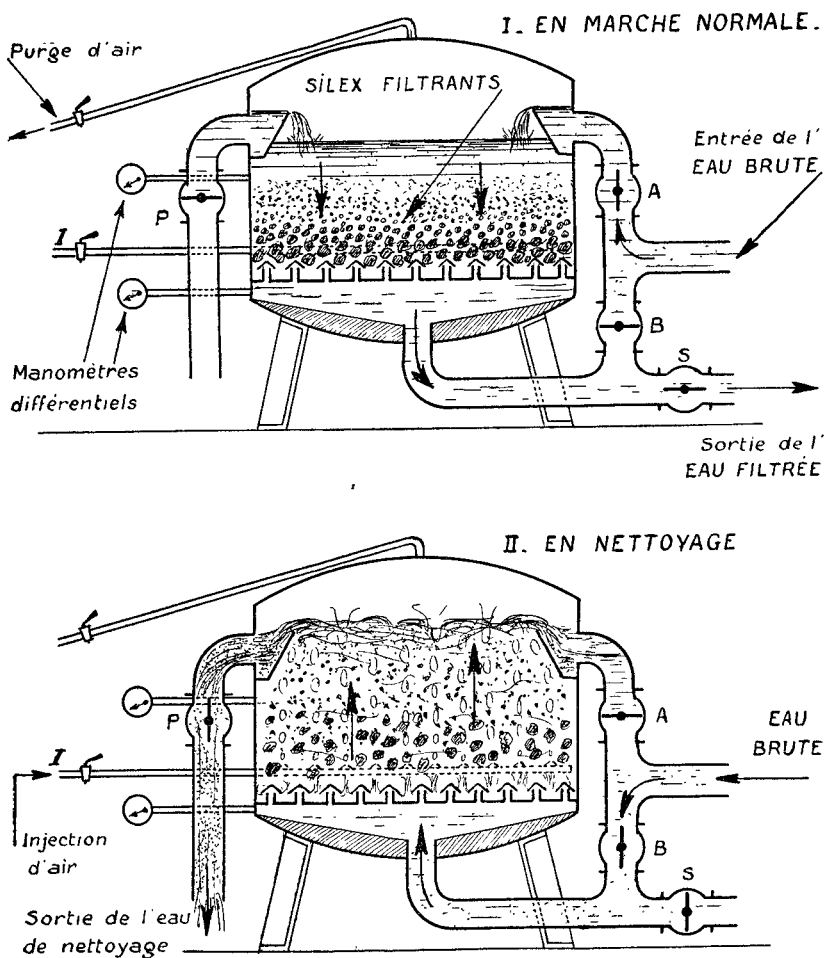


Fig. 48. — ÉPURATION DE L'EAU DURE.

Clarification d'une eau trouble au moyen d'un filtre à silex.

En haut, le filtre en marche normale ; en bas, le nettoyage du même filtre, encrassé, par renversement de courant et injection d'air comprimé.

Dans certains cas, il est adjoit au filtre un râteau que l'on manœuvre périodiquement en effectuant le contre-courant.

Principe de l'épuration chimique. — Un certain nombre de composés chimiques : la *chaux*, la *soude caustique*, le *carbonate de soude*, etc., sont aptes à réagir sur les constituants de l'eau dure pour former avec eux :

Soit des composés insolubles qui se séparent sous forme de boues ou de précipités;

Soit des composés solubles qui restent dissous dans l'eau, mais sans occasionner de la dureté;

Soit, à la fois, des composés insolubles et des composés solubles.

Le traitement de l'eau dure par des réactifs chimiques appropriés constitue l'ÉPURATION CHIMIQUE.

Nous examinerons rapidement :

a) Les *réactifs d'épuration* en nous limitant aux trois qui sont les plus importants dans la pratique : la soude caustique, la chaux, le carbonate de soude (1);

b) Les *appareils d'épuration* ou épurateurs;

c) Le procédé récent d'épuration par les *zéolithes*.

Deux réactifs du bicarbonate de calcium : la chaux et la soude caustique. — Le gaz carbonique du bicarbonate de calcium se détache du carbonate de calcium quand on lui présente :

De la *soude caustique* NaOH (hydrate de sodium);

Ou de la *chaux* Ca(OH)_2 (hydrate de calcium);

avec lesquelles il se combine en formant :

Du *carbonate de sodium* CO_3Na_2 ;

Ou du *carbonate de calcium* CO_3Ca

tandis que le carbonate de calcium de l'eau revient à l'état solide (précipité).

Dans le cas de la soude caustique on produit du carbonate de soude, soluble (mais qui ne communique pas de dureté à l'eau) et du carbonate de calcium qui est insoluble.

Dans le cas de la chaux on produit seulement du carbonate de calcium insoluble.

(1) Nous n'avons traité dans cet ouvrage que de l'épuration des eaux destinées aux traitements humides de la fabrication des tissus. Nous avons laissé de côté la question d'épuration des eaux de chaudières. On alimente ces dernières avec des eaux traitées aux réactifs cités. Depuis quelques années on a fortement préconisé l'eau épurée par le phosphate trisodique PO_4Na_3 .

Dans les deux cas il y a donc adoucissement de l'eau du fait de la décomposition du bicarbonate de calcium.

La soude caustique que l'on trouve dans le commerce sous forme de lessives à 36°, 40°, 45° Bé ou de pierre (soude caustique coulée dans des cylindres en tôle) est un réactif assez peu coûteux. Son emploi pour l'épuration est assez important. Elle a l'inconvénient de produire en réagissant sur l'eau calcaire du *carbonate de soude* qui dans certains cas peut être nuisible (1). Elle a par contre l'avantage de pouvoir s'utiliser en *solutions concentrées* (400 grammes par litre environ) *et de donner deux fois moins de précipités que la chaux*. Pour cette double raison les épurateurs à la soude caustique sont beaucoup moins volumineux et partant moins coûteux que les épurateurs à la chaux.

Celle-ci s'achète sous forme de blocs (chaux vive). Exposée à l'air humide (2) elle se réduit spontanément en poudre au bout d'un temps plus ou moins long. On dit qu'elle *s'éteint*.

La chaux grasse vive est de l'oxyde de calcium CaO, la chaux éteinte (ou hydrate de calcium) de l'oxyde de calcium combiné avec de l'eau : $\text{CaO} + \text{H}^2\text{O} = \text{Ca}\overline{\text{OH}}^2$.

Si on humecte de la chaux vive avec une petite quantité d'eau, elle s'éteint rapidement ; on la voit se boursouffler, s'échauffer fortement en vaporisant une certaine quantité d'eau. La chaux éteinte provenant d'une bonne chaux grasse se délaie facilement et complètement dans l'eau. Le liquide blanc obtenu est du *lait de chaux* ; dans ce lait de chaux presque toute la chaux est en *suspension* à la façon de la terre dans l'eau boueuse. En laissant reposer ou bien encore en filtrant un lait de chaux on obtient un liquide clair dans lequel il y a de la chaux *dissoute*, mais en très petite quantité (1^{gr},28 de CaO par litre) (3) car la chaux est très peu soluble dans l'eau. On a ainsi de l'*eau de chaux*. En reprenant avec une nouvelle quantité d'eau la chaux non dissoute on fait encore de l'eau de chaux.

Dans l'épuration chimique de l'eau on emploie ordinairement

(1) Si l'eau épurée contenant du carbonate de soude est utilisée dans la chaudière d'une machine à vapeur on observera une corrosion des organes de bronze : robinetteries, niveaux, etc.

(2) L'air est toujours plus ou moins humide.

(3) Ou mieux, l'équivalent en $\text{Ca}(\text{OH})^2$ de 1^{gr},28 de CaO.

la chaux à l'état d'eau de chaux. Mais comme celle-ci est peu chargée en chaux il en faut une quantité importante (200 litres environ pour 1 000 litres d'eau calcaire moyenne). Pour préparer l'eau de chaux il faut un appareil spécial, le *saturateur*. Comme le précipité que produit la chaux dans l'eau calcaire est deux fois plus abondant que celui donné par la soude caustique dans les mêmes conditions, il faut un appareil récepteur du précipité, le *décanteur*, beaucoup plus volumineux qu'avec cette dernière. *Mais l'épuration à la chaux ne laisse dans l'eau épurée aucune substance dissoute et la chaux est encore bien moins coûteuse que la soude caustique. Aussi est-ce un réactif d'épuration très employé.*

Manipulations. Action de la soude caustique sur l'eau calcaire. — Prendre 50 grammes de lessive de soude à 36° Bé qui contient 30 pour 100 de soude caustique pure NaOH; ajouter 100 grammes d'eau pure et mélanger. On obtient 150 grammes de solution contenant 15 grammes de NaOH, soit une solution de soude caustique à 10 pour 100

Faire l'expérience ci-contre (fig. 47). Observer la formation du précipité de carbonate de calcium. Quand il s'est déposé, le passer sur un petit filtre taré à la balance de précision. Quand le filtre et le précipité sont secs tarer de nouveau. Déduire le poids du précipité.

Dans l'eau filtrée réduite au tiers par évaporation l'addition de quelques gouttes d'acide sulfurique au dixième fait dégager de fines bulles de gaz carbonique (décomposition du carbonate de soude).

Action de la chaux sur l'eau calcaire. — Mettre dans une casserole en fer émaillé un morceau de chaux vive de 10 grammes environ. L'humecter d'eau — 20 à 30 gouttes seulement —. Attendre. La chaux s'échauffe, se fendille. L'humecter encore une ou deux fois. Elle se boursoufle et se réduit en poudre (chaux éteinte).

Délayer la chaux éteinte avec beaucoup d'eau (1 litre environ); bien mélanger. On a du lait de chaux. Le laisser reposer quelques minutes et verser dans un filtre le liquide clarifié. Le liquide clair qui filtre est de l'eau de chaux (1).

(1) On peut observer directement la combinaison du gaz carbonique CO² avec l'eau de chaux en soufflant au moyen d'un tube dans une petite quantité de celle-ci. Il se forme très rapidement un trouble blanc de carbonate de calcium.

Faire l'expérience ci-contre (fig. 49).

Observer la formation du précipité de carbonate de calcium. Le recueillir sur un filtre taré et le peser. Constaté que le poids obtenu est le double de celui du précipité donné par la soude caustique dans les mêmes conditions.

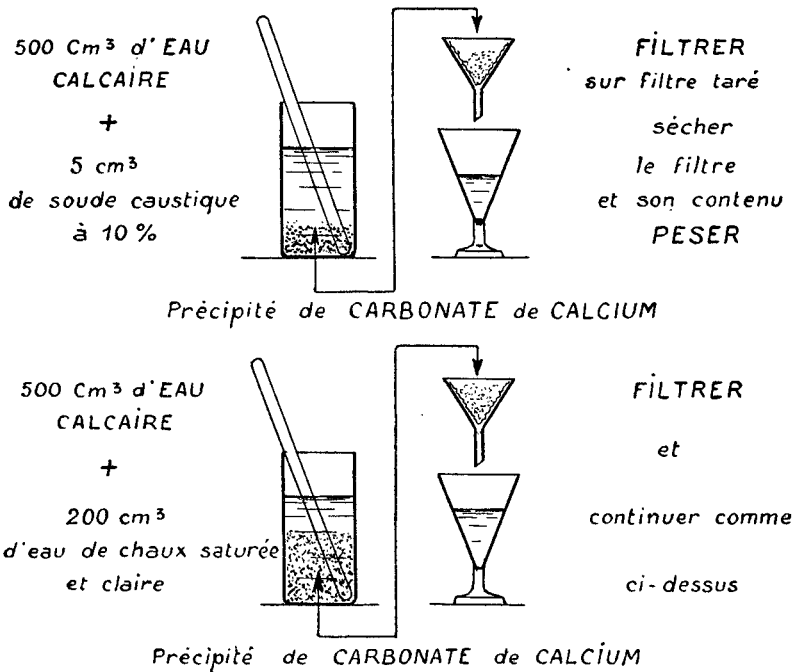


Fig. 49. — ÉPURATION DE L'EAU DURE.

Action de la soude caustique et de la chaux sur le bicarbonate de calcium de l'eau calcaire.

Ces deux réactifs décomposent le bicarbonate de calcium avec production de carbonate de calcium insoluble. L'eau filtrée a, dans les deux cas, sa dureté ramenée à quelques degrés.

Constaté que l'eau filtrée concentrée ne fait pas effervescence avec l'acide sulfurique.

Un réactif des sulfates de calcium et de magnésium : le carbonate de sodium. — Quand on verse dans une solution de *sulfate de calcium* SO^4Ca (1) une petite quantité de *carbonate de sodium* CO^3Na^2

(1) La solution saturée de sulfate de calcium s'obtient en laissant séjourner dans un petit flacon d'eau distillée quelques fragments de gypse en fer de lance.

dissous (fig. 50) on voit le mélange se troubler instantanément par suite de la formation de *carbonate de calcium*, insoluble.

Le liquide clarifié (par repos ou par filtration) contient du *sulfate de sodium* SO^4Na^2 produit par la réaction, mais il est débarrassé du sulfate de calcium.

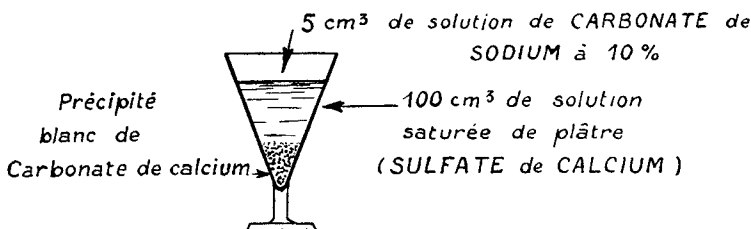


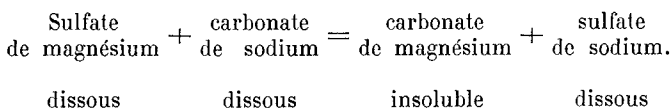
Fig. 50. — ÉPURATION DE L'EAU DURE.

Action du carbonate de sodium sur le sulfate de calcium.

Le sulfate de calcium, constituant de l'eau séléniteuse, est décomposé par le carbonate de sodium avec production de carbonate de calcium insoluble.

Si, dans cette expérience, on remplace la solution de sulfate de calcium par de l'eau dure dont l'un des constituants est le sulfate de calcium on observe de même la formation d'un trouble plus ou moins abondant (carbonate de calcium). L'eau clarifiée ne contient plus de sulfate de calcium; elle est adoucie, puisque le nouveau corps en dissolution, le sulfate de sodium, n'occasionne pas de dureté.

Vis-à-vis du sulfate de magnésium SO^4Mg , constituant de certaines eaux dures, le carbonate de sodium CO^3Na^2 exerce une action décomposante identique qui se traduit de la façon suivante :



Le corps insoluble qui se dépose est du *carbonate de magnésium* CO^3Mg . L'eau clarifiée est plus douce puisqu'elle ne contient plus de sulfate de magnésium.

Pour décomposer les sulfates de l'eau dure on emploie en général le carbonate de soude (1) en poudre ou sel Solvay, qui est du carbo-

(1) Industriellement on dit carbonate de soude plutôt que carbonate de sodium.

nate de sodium pratiquement pur (99-99,5 pour 100). On l'emploie en solutions de concentrations variables (5 à 10° Bé).

On peut également faire usage de cristaux de carbonate de soude. Théoriquement, 106 grammes de carbonate de soude pur en poudre équivalent à 286 grammes de cristaux.
