

L'ADOUCCISSEMENT DE L'EAU

I- Généralité :

On entend par **adoucissement** d'une eau l'**élimination** du **Ca** et du **Mg** ou le remplacement des **ions Ca** et **Mg** par d'autres ions, p.e. des ions **sodium Na**.

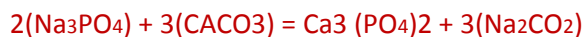
On distingue les **procédés chimiques aux phosphates** qui donnent lieu à la formation de composés insolubles que l'on élimine sous forme de **dépôts** et les **procédés par échangeurs d'ions** dans lesquels les éléments responsables de l'**entartage** sont remplacés par des éléments non **incrustants**.

II- Procédé chaux-soude :

N'est pratiquement plus utilisé.

III- Procédé aux phosphates :

La **méthode** consiste à ajouter à l'eau du **phosphate trisodique** Na_3PO_4 par l'intermédiaire d'un **filtre doseur** ou d'une **électropompe**. Le **phosphate** forme avec les **ions calcium** ou **magnésium** des précipités floconneux très peu incrustants, légers et dispersés sous forme de **sel** :



Il est nécessaire d'éliminer régulièrement les dépôts. Possibilité d'adoucir l'eau jusqu'à presque **0°f**. La quantité de produit à utiliser **par m³** d'eau de chaudière et °f varie de **20 à 40 g** (**18 à 20% P₂O₄**).

Une autre catégorie de phosphate, les **méta-** et les **polyphosphates**, a la propriété de maintenir les particules de **calcium** et de **magnésium** en suspension jusqu'à une certaine température (**séquestration**) ; la précipitation des **carbonates** reprend lorsque les **polyphosphates** sont hydrolysés en **orthophosphates** et la formation de **tartre** n'apparaît qu'à partir de **75°C** à la place de **60°C**. La **teneur** en **P₂O₅** de l'eau livrée à la consommation ne doit pas dépasser **5 mg/l**.

IV- Procédé par épuration : (échange d'ions)

Cette méthode utilise des appareils qu'on appelle **échangeurs d'ions**. Les **résines** échangeuses actuelles sont des **corps synthétiques**, principalement constitués de **polystyrène sulfoné**. Ces solides insolubles possèdent des **ions** mobiles susceptibles d'être échangés réversiblement et **stoéchiométriquement** (équivalent pour équivalent) avec les **ions** de même signe des solutions d'électrolytes avec lesquels ils sont mis en contact. C'est la méthode d'adoucissement la plus simple et la plus employée actuellement.

Les échangeurs de **cations** contiennent des **catio-résines**, p.e. **Na**, **Ca** ou **H**. Ainsi un échangeur chargé d'**ions sodium** les échangera-t-il contre les **ions calcium** présents dans l'eau.

Il est par conséquent possible d'éliminer presque tous les **cations** et les **anions** présents dans l'eau.

- Noms commerciaux de quelques résines : **permutite**, **duolite**, **lewatite**, etc.
- Echangeurs au sodium (échangeurs neutre). Les **ions calcium** et **magnésium** contenus dans

l'eau sont échangés contre des **ions sodium** (**permutation sodique**).

L'eau traitée contient donc du **sulfate** et du bicarbonate de **sodium**. Ce dernier se transforme à la chaleur en **CO₂** et **carbonate de sodium Na₂CO₃**.

Après le passage dans l'échangeur, la teneur en sels de l'eau est la même que celle de l'eau brute, mais les sels sont solubles (**sels neutres**).

Lorsqu'il y a présence simultanée d'**ions chlorures**, l'eau est beaucoup plus corrosive. C'est la méthode la plus usitée pour les chaudières à eau chaude et à eau surchauffée.

L'élévation de température de l'eau augmente la **minéralisation** par décomposition des sels, et par conséquent cette méthode ne convient pas pour les chaudières à vapeur à haute pression (**mousse** et **primage**). Par manque de **sels de calcium**, il n'y a pas de **protection filmogène** et en outre, il y a libération de la totalité d'**acide carbonique** équilibrant par suite de l'élimination des **ions Ca**. D'où danger de corrosion. C'est pour cette raison qu'on ajoute du **phosphate trisodique** pour lier le **CO₂** et parfaire l'adoucissement :

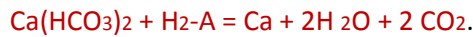
Une fois les résines saturées, leur pouvoir d'échange devient nul et l'on procède à leur **régénération** par passage sur la **résine** d'une solution fortement saturée en sel marin :



Le processus d'échange évolue donc à l'envers. Le **CaCl₂** est éliminé par **rinçage**. Les installations sont à marche semi-automatique ou entièrement automatique, les phases de régénération étant commandées par des horloges à programme. Consommation de **sel ≈ 230 g NaCl par litre de résines**.

1- Echangeurs à hydrogène :

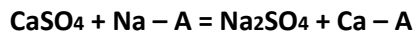
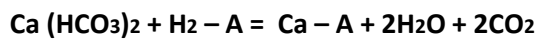
Ils servent à l'élimination des ions Ca et Mg (dureté temporaire carbonatée), dureté totale étant réduite par transformation en eau et gaz carbonique (décarbonatation). Le reste est identique à un échangeur au sodium. Surtout utilisé pour des duretés temporaires dépassant 11°f :



L'ion hydrogène est donc échangé contre un ion Ca. L'eau conserve sa dureté permanente due à la présence des sulfates : CaSO_4 etc., contient des acides, son pH est faible (< 4). Addition de lessive, par exemple, de soude, régénération par acide chlorhydrique, la méthode étant la même que précédemment (détassage, régénération, déplacement, rinçage).

2- Echangeurs hydrogène-sodium :

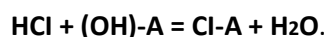
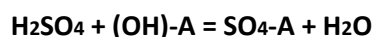
Dans ce cas, les deux échangeurs sont montés en parallèle ou en série. Il y a décarburation dans l'échangeur à hydrogène et achèvement de l'adoucissement dans l'échangeur au sodium. La phase de régénération consomme peu d'acide :



La dureté temporaire carbonate est éliminée par la production de CO_2 , la dureté permanente par réaction avec un sel adéquat. La teneur en sels de l'eau est réduite de la partie correspondant à la dureté temporaire. Il est aussi possible de placer les deux filtres dans un même réservoir (filtres à lits mélangés), mais seulement lorsque la composition de l'eau reste constante dans le temps. la régénération s'effectue d'abord avec l'acide, ensuite avec le sel.

V- Déminéralisation :

Elle est rendue possible par l'emploi d'échangeurs de cations H^+ et d'anions oxydryles OH^- . Dans les premiers échangeurs, les cations (Ca, Mg), sont absorbés par la résine, dans les seconds cas, se sont les anions (Cl, SO_4). Il y a par conséquent élimination des chlorures et des sulfates pour tomber à 1 mg/l. seul l'acide sulfurique reste.



La régénération se fait à partir d'**acides** ou d'une solution de **carbonate de sodium** ou de **soude caustique**. Procédé utilisé entre autres en chauffage urbain. L'eau est très pauvre en sels, mais agressive, si bien qu'il est nécessaire d'effectuer un contrôle sérieux. Retraitement par **lessive de soude** et autres, de façon à obtenir un **pH** compris entre **9...10**.

Des résines échangeuses spéciales permettent d'éliminer aussi l'**acide silicilique** à l'origine de **tartres siliceux (désiliciage)**.

Il existe des installations de déminéralisation totale semi ou entièrement automatiques de faible ou grande puissance et qui ne nécessitent qu'un raccordement au **réseau** d'eau et au secteur. Utilisé **par exemple** pour les **laveurs d'air** lorsqu'on attache une grande importance à sa pureté.

VI- Détartrage des chaudières :

1- Par addition d'acides :

Le **détartrage** de **réservoirs** d'eau chaude sanitaire, accumulateurs, etc., peut se faire à partir d'**appareils portatifs** qui, à partir d'une **pompe** et de **tuyaux** appropriés, sont capables de faire circuler la solution détartrante (par **exemple : acide chlorhydrique** diluée) dans le réservoir. Bien observer les précautions d'emploi.

L'**acide chlorhydrique** diluée qui dissout les **carbonates** mais non le **sulfate de chaux** et les **silicates**. Si le dosage n'est pas correct, les **acides** attaquent le **fer**. Nécessité d'éliminer régulièrement les dépôts. Les **acides** ayant une action corrosive, sauf l'**acide chromique**, il est nécessaire de leur ajouter des **produits inhibiteurs**.

2- Colloïdes : (inhibiteurs)

Il en existe de nombreux types dont le rôle est de dissoudre les **incrustations** et d'empêcher toute formation ultérieure lorsqu'ils sont convenablement dosés. Il s'agit généralement de matières organiques comme les **résines**, les **tanins**, etc., qui, à l'état colloïdal, enveloppent les éléments incrustants dès leur stade de formation, leur ôtant ainsi tout effet entartant. Il n'existe pas actuellement de données très précises sur les propriétés des différents inhibiteurs, même en ce qui concerne leur protection anticorrosive. On les mélange souvent à d'autres produits tel le **sulfate de sodium**.

Dans les installations de distribution d'eau chaude, la méthode au **stérosol** est la plus utilisée (**pharmachimie**), cette méthode est peu utilisée **en France**, beaucoup plus à l'étranger. C'est le

Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France en accord avec le Ministère de la santé qui donnent leur accord sur les produits utilisés (Cillite-HZU, Wékalithe, etc.).