

Traitement de l'eau brute pour la rendre potable

En France , l'eau est prélevée pour les deux tiers dans les nappes d'eau souterraines. Ces nappes résultent de l'infiltration des eaux de pluie dans le sol puis de leur circulation dans le sous-sol, à travers une roche poreuse ou fissurée.

Le tiers restant provient des eaux qui s'écoulent à la surface du sol - appelées eaux superficielles ou eaux de surface - telles les rivières et les fleuves.

Ainsi, les captages sont majoritairement réalisés dans les nappes souterraines. Ces dernières, en effet, présentent des avantages indéniables : leur eau, épurée par le sol, est généralement de bonne qualité et moins vulnérable aux pollutions. A l'inverse, les eaux superficielles sont exposées à tous les types de pollutions et de disponibilité variable selon les saisons.

Cependant l'eau brute captée en milieu naturel n'est pas toujours potable. Elle doit alors être acheminée par des canalisations jusqu'à une usine spécialisée dans le traitement de l'eau, qui la rend "potable" c'est à dire consommable sans risque.

Protéger la santé

A partir des recommandations émises par l'**Organisation Mondiale de la Santé (OMS)**, des réglementations nationales et internationales ont été mises en place afin d'éviter la présence de micro-organismes et de substances chimiques indésirables dans l'eau potable.

Les étapes de la production d'eau potable

L'eau brute subit donc plusieurs traitements :

Dégrillage et tamisage : L'eau est d'abord filtrée à travers une grille afin d'arrêter les plus gros déchets, puis elle passe dans des tamis à mailles fines retenant des déchets plus petits.

Clarification : elle permet de rendre l'eau limpide en la débarrassant des petites matières en suspension qu'elle contient.

Floculation/coagulation et décantation : Un produit chimique (chlorure de fer ou sulfate d'aluminium) est ajouté à l'eau qui provoque le regroupement (agglomération) des particules encore présentes (poussières, particules de terre, etc.). en flocons. Ceux-ci s'agglomèrent et se déposent au fond du bassin par décantation.

90 % des matières en suspension (MES) sont ainsi éliminées.

Filtration :

Pour éliminer les 10 % de MES restantes, l'eau traverse un filtre, lit de sable fin et/ou un filtre à charbon actif. La filtration sur sable élimine les matières encore visibles à l'oeil nu.

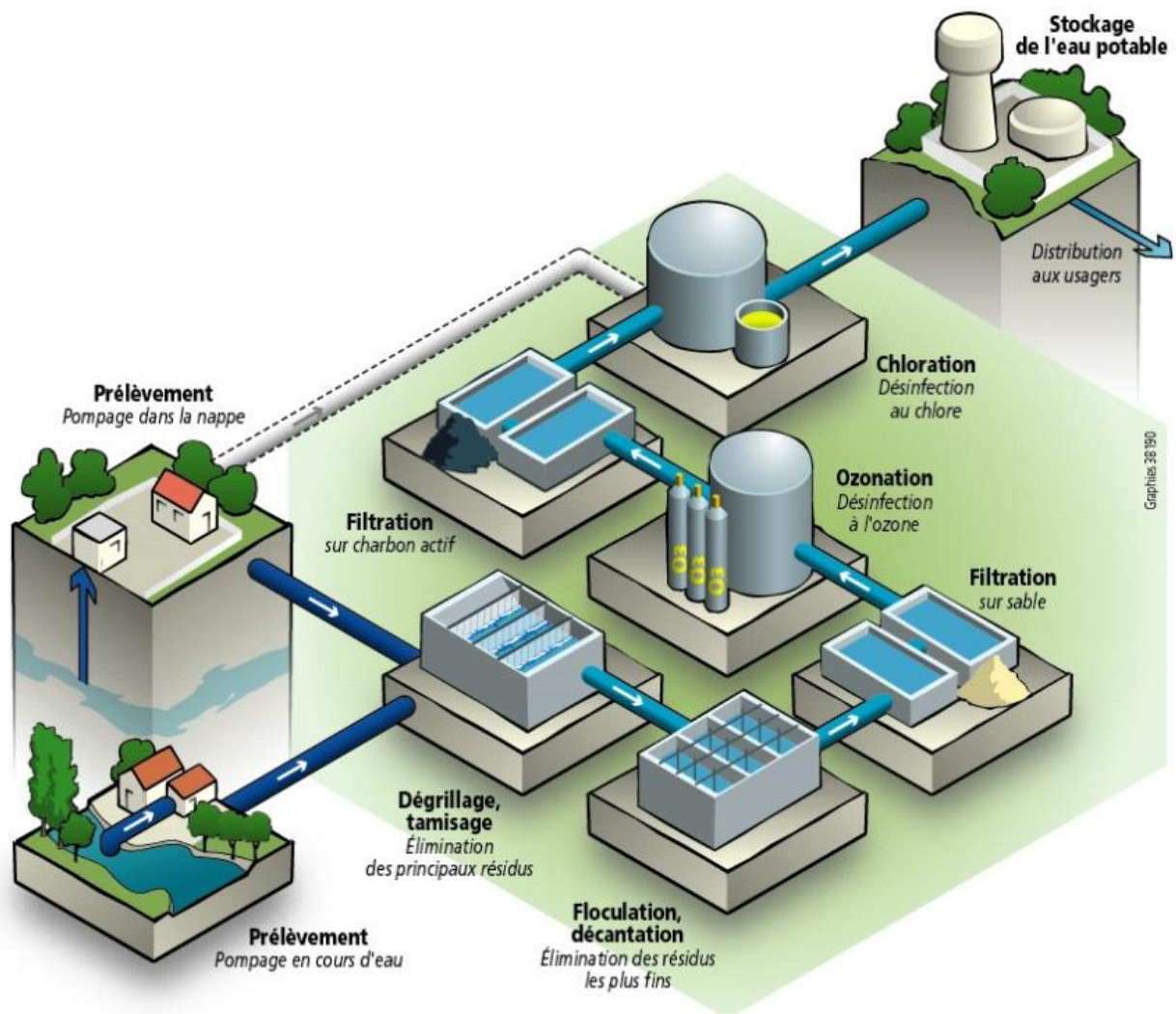
Les filtres à charbon actif retiennent en plus les micro-polluants, comme les pesticides et leurs sous-produits , les composés à l'origine des goûts et des odeurs (cette filtration peut avoir lieu après la désinfection également car ils retiennent également des sous-produits de désinfection)

Il existe des procédés de filtration encore plus poussés comme la filtration sur membranes.

Désinfection : c'est la dernière étape : elle élimine tous les micro-organismes qui pourraient être dangereux pour notre santé.

Ozonation : L'eau est désinfectée grâce à l'ozone, qui a une action bactéricide et antiviral. Ce gaz, mélangé à l'eau, agit aussi sur les matières organiques en les cassant en morceaux. Il améliore également la couleur et la saveur de l'eau.

Chloration. Du chlore est ajouté à la sortie de l'usine de production et sur différents points du réseau de distribution afin d'éviter le développement de bactéries et de maintenir la qualité de l'eau tout au long de son parcours dans les canalisations.



Traitement des eaux usées

Les stations d'épuration sont tenues de traiter l'eau afin que lors de sa restitution dans le milieu naturel (rivière, fleuve,...) la qualité de l'eau respecte un cahier des charges (JO de la RF: arrêté 2 février 1998) en termes de MES, pH, DCO, DBO, azote, métaux , etc...

Dans les stations, les traitements varient selon la nature des eaux usées et de la sensibilité à la pollution du milieu récepteur. Ils nécessitent des étapes successives faisant appel à des procédés physiques, chimiques, physico-chimiques et biologiques.

Les principales étapes :

Le dégrillage : à l'arrivée dans la station, les eaux usées passent à travers des grilles qui retiennent les déchets solides les plus grossiers (papiers, matières plastiques...). Il s'agit d'une simple étape de séparation physique.

Le dessablage : il permet d'ôter le sable et les graviers des eaux usées, qui se déposent au fond d'un bassin où ils sont récupérés

Le déshuilage et dégraissage : l'injection de bulles d'air permet de faire remonter les huiles et les graisses en surface d'où elles sont éliminées

La floculation/décantation : ce traitement physico-chimique permet d'éliminer une forte proportion des matières en suspension.

Le traitement biologique : le cœur du traitement consiste à faire dégrader les matières organiques dissoutes par des bactéries naturellement présentes dans ces eaux. Des dispositifs d'aération permettent d'insuffler de l'oxygène aux bactéries qui se développent en se nourrissant des matières organiques.

Quelques exemples de techniques de traitement biologique :

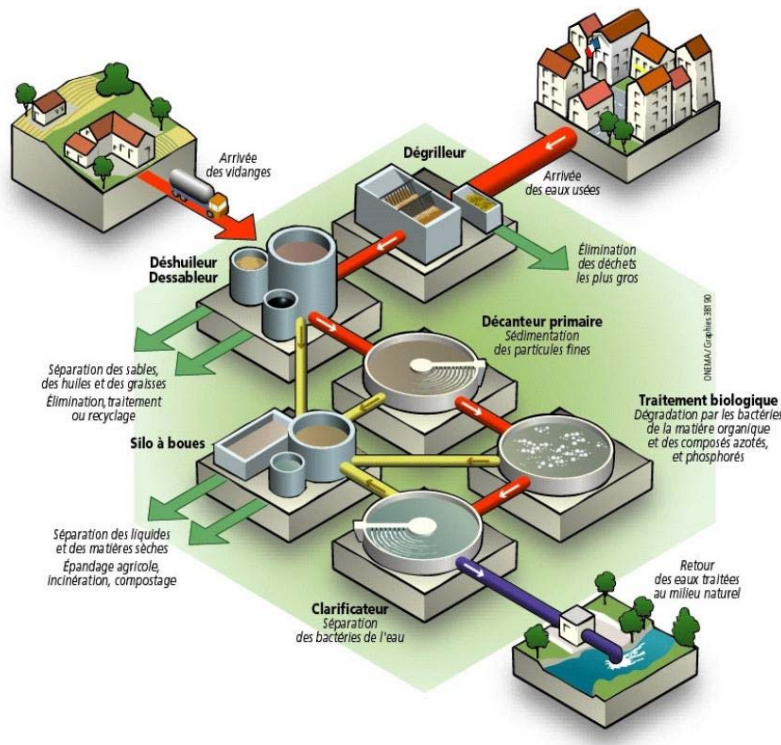
Les boues activées : ce procédé imite l'épuration naturelle observée dans les cours d'eau, en l'intensifiant : l'eau, dans laquelle on insuffle de l'air, est brassée pour faire se multiplier rapidement les microorganismes épurateurs, qui évoluent librement dans les eaux sales. Les bactéries ainsi sollicitées sont ensuite séparées de l'eau par décantation.

Le lagunage : ce procédé, plus rustique, revient à laisser faire la nature, en exposant les eaux usées à la lumière du soleil dans une série de bassins de faible profondeur. Les microalgues vivant dans ces eaux s'y développent. Elles dégagent ainsi de l'oxygène qui, ajouté à celui qui s'échange entre l'air et l'eau permet aux bactéries épuratrices de vite se reproduire.

Les biofiltres : ce procédé s'inspire de l'épuration naturelle opérée par les sols : l'eau usée passe à travers une couche formée de petites billes sur lesquelles les microorganismes épuratoires de cette eau affectionnent de se fixer. Le système est aéré artificiellement

La clarification : elle permet de séparer par décantation l'eau des bactéries qui forment des boues. Les eaux clarifiées sont acheminées vers une canalisation de sortie tandis que les boues sont évacuées vers la filière de traitement des boues.

L'eau qui sort d'une station de traitement des eaux usées n'est pas potable car elle contient encore des polluants et une charge microbienne résiduelle de faible concentration, que le milieu récepteur est en mesure de traiter naturellement.



Bibliographie :

Arrêté du 2 février 1998 dans le Journal Officiel de la République Française publié le 3 mars 1998.

Site de l'observatoire national des services d'eau et d'assainissement

Dossier CNRS  sur l'eau

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/potable/traitEau.html>

Présentation sur le traitement pour eau potable de l'École des Ponts Paris Tech (ENPC)

<http://www.enpc.fr/cereve/HomePages/thevenot/Eau-Potable-Traitement-2005.pdf>

Dossiers de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse

<http://www.eaurmc.fr/espace-dinformation/brochures-dinformation/scolaires.html>

Site Eduscol Culture Sciences Chimie : <http://culturesciences.chimie.ens.fr/dossiers-dossierstransversaueau-DosTransversalEau.html>

Adoucissement et déminéralisation de l'eau : résines échangeuses d'ions

Pourquoi adoucir l'eau ?

Une **eau dure** est une eau riche en ions **calcium (Ca²⁺)** et / ou **magnésium (Mg²⁺)**. Elle ne présente aucun danger pour la santé et peut donc être consommée en tant qu'eau de boisson.

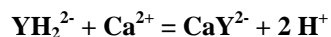
Mais elle peut être à l'origine de certains inconvénients tels que l'**entartrage** (dépôt de carbonate de calcium CaCO₃ ou de carbonate de magnésium MgCO₃) des appareils dans lesquels l'eau est chauffée (lave-linge, lave-vaisselle...) ou de traces sur des surfaces lavées (baignoires, lavabos, robinetterie). Utilisée lors de la toilette, elle peut être responsable d'une certaine sécheresse de la peau et des cheveux. D'autre part, le savon donne, en présence d'une eau dure, un précipité de carboxylate de calcium (R-COO)₂Ca et/ou de magnésium (R-COO)₂Mg, donc son pouvoir détergent sera réduit et le dépôt de ces précipités sur les textiles lors de la lessive rend le linge rêche.

La **dureté d'une eau** se mesure en **degré hydrotimétrique (°TH)** : 1°TH = 10⁻⁴ mol.L⁻¹ de Ca²⁺ et/ou Mg²⁺

Une eau est qualifiée de « douce » si son degré hydrotimétrique est inférieur à 15 ; elle est dite « dure » si son °TH est supérieur à 30.

La dureté moyenne de l'eau du réseau public français est de 45°TH

Principe du dosage basé sur la formation de complexes stables entre Ca²⁺ et/ou Mg²⁺ et l'EDTA (YH₄) ou son sel disodique (YH₂²⁻ + 2 Na⁺) :



La fin du dosage est repérée par colorimétrie avec comme indicateur le Noir d'Eriochrome T (NET) de couleur "lie de vin" en présence de Ca²⁺ (ou Mg²⁺) libres, et qui reprend sa teinte bleue lorsque Ca²⁺ puis Mg²⁺ sont tous complexés par l'EDTA.

Les réactions de complexation avec l'EDTA et la couleur du NET sont sensibles au pH.

Le dosage s'effectue à 9 ≤ pH ≤ 10 (tampon NH₄⁺/NH₃). De plus à ce pH, on évite les précipitations de Ca(OH)₂ et Mg(OH)₂

Les résines échangeuses d'ions

Constitution

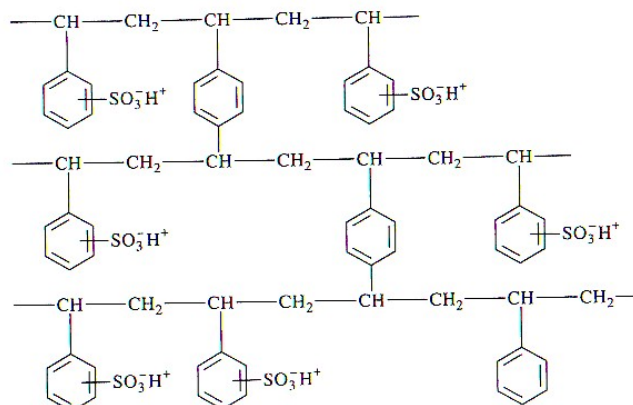
De nombreux adoucisseurs contiennent des **résines échangeuses d'ions**, et plus précisément des **résines échangeuses de cations** (ou **cationiques**). Une résine échangeuse d'ions est un solide insoluble, qui, au contact d'une solution, peut échanger les ions qu'il contient avec d'autres ions de même signe provenant de la solution.

Le développement des polymères synthétiques, stables aussi bien vis-à-vis des acides et des bases que des oxydants et des réducteurs, a suscité l'apparition d'échangeurs d'ions artificiels de nature organique. Ils sont constitués d'un réseau macromoléculaire sur lequel sont fixés un très grand nombre de groupements actifs ionisables ; ces groupements portant des charges électriques, retiennent à leur voisinage, par attraction électrostatique, les ions de charges antagonistes qui sont susceptibles d'être échangés. Les résines les plus courantes sont un copolymère tridimensionnel formé de styrène et de divinylbenzène (cas des résines Amberlite IR-120 et IRA-400).

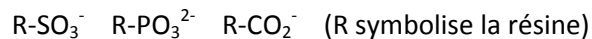


La vitesse des échanges doit être aussi rapide que possible, la résine doit donc être finement divisée afin de présenter une grande surface de contact avec la solution ; c'est sous forme de perles très fines que la plupart des échangeurs d'ions sont généralement utilisés.

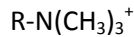
Le groupe ionique est introduit dans les résines en général après polymérisation, en substituant un atome de carbone du noyau benzénique.



On distingue les résines cationiques pouvant échanger des cations et les résines anioniques échangeant des anions. Dans les résines cationiques, le groupement actif est un anion de type sulfonate, phosphate ou carboxylate :

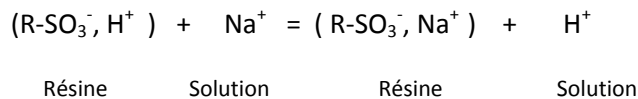


Les résines anioniques sont constituées de groupements ammonium quaternaire :

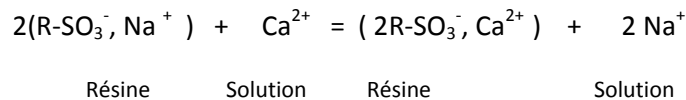


Mécanisme de l'échange

Lorsqu'on plonge une résine gorgée d'eau dans une solution contenant des ions, ceux-ci traversent les mailles du réseau et diffusent jusqu'aux centres actifs ; par suite une quantité équivalente d'ions fixés initialement sur la résine passent dans la solution ; nous pouvons représenter ce phénomène réversible, dans le cas d'une résine cationique sous forme acide et d'une solution de chlorure de sodium (par exemple) par l'équation :



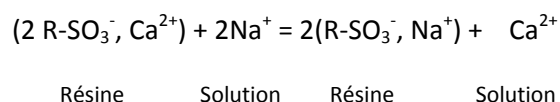
Ou dans le cas d'une résine cationique sous forme sodique et d'une eau dure contenant des ions calcium sodium :

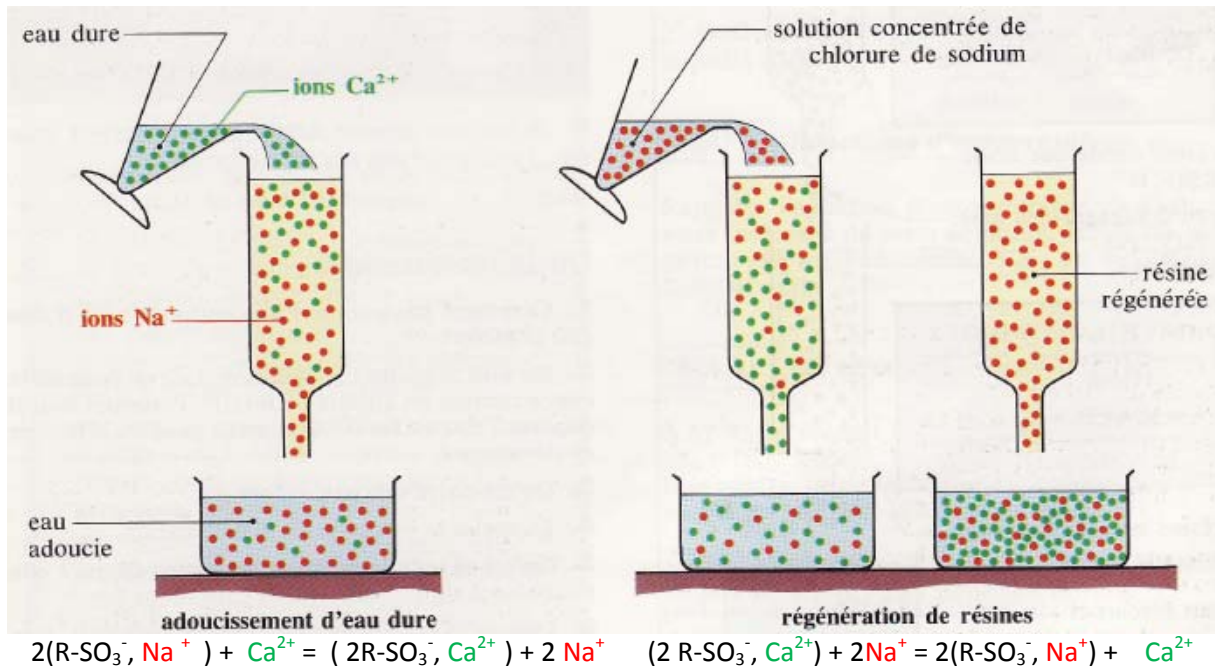


La constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction d'échange, à une température donnée est élevée (supérieure à 10^4), on peut donc considérer que la réaction est totale, si bien que les ions Na^+ sont remplacés quantitativement par des ions H^+ dans la solution dans le premier cas et les ions Ca^{2+} sont remplacés quantitativement par des Na^+ dans le deuxième cas. Les ions sodium, contrairement aux ions calcium et magnésium, ne provoquent pas l'entartrage des canalisations.

Régénération d'une résine

L'ion initialement présent dans la résine et qui a été échangé, peut être à nouveau fixé dans la résine en utilisant une solution concentrée de cet ion, ce qui a pour conséquence d'inverser le sens de l'équilibre d'échange. Par exemple, si l'on veut régénérer une résine cationique initialement sous forme sodique ayant fixé des ions calcium, on plongera la résine dans une solution aqueuse saturée en chlorure de sodium:





Les adoucisseurs d'eau domestiques



L'adoucissement d'une eau consiste à remplacer ses cations Ca^{2+} et Mg^{2+} par des ions sodium Na^+ :

Le principal inconvénient de l'adoucisseur est l'enrichissement de l'eau en sodium surtout pour celle qui en contient déjà naturellement en quantité notable. De telles eaux adoucies peuvent nuire aux personnes souffrant d'hypertension, de problèmes cardiaques, aux femmes enceintes, aux nourrissons et à toutes les personnes soumises à un régime sans sel.

D'autre part, une eau contenant trop d'ions sodium peut accroître la corrosion de la tuyauterie domestique.


Il est donc fortement conseillé de n'adoucir que les circuits alimentant les équipements où l'eau est chauffée (salle de bains, chauffe-eau, lave-linge, lave-vaisselle), et de consommer en tant qu'eau de boisson de l'eau non adoucie.

Offert :
un kit de préfiltres
et ses cartouches

-  Filtre à Sédiments
25µ en entrée
OFFERT !
-  Filtre à Charbon
en sortie
OFFERT !

Options incluses:
Autochlorinateur
Alarme niveau de sel
Sécurité anti débordement

Principes de fonctionnement



publicité pour un adoucisseur d'eau domestique

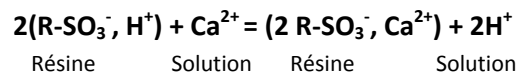
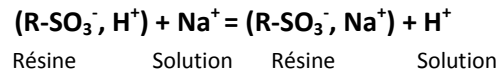
Déminéralisation d'une eau minérale sur résine échangeuse d'ions

L'eau du robinet contient des ions tels que Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- , HCO_3^- ...

Déminéraliser une eau consiste à supprimer ces ions (cations et anions) en les fixant sur des résines

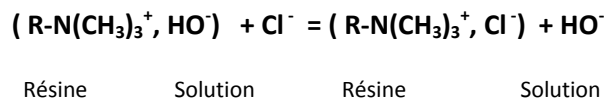
On passe l'eau sur une première résine sous forme acide qui cède alors des ions H^+ et fixe les cations

Par exemple :

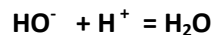


Puis l'eau passe sur une résine sous forme basique qui cède alors des ions HO^- et fixe les anions :

Par exemple :



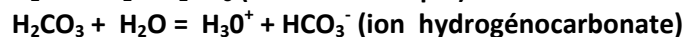
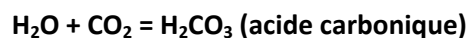
Les ions HO^- cédés par la deuxième résine réagissent avec les ions H^+ cédés par la première selon :



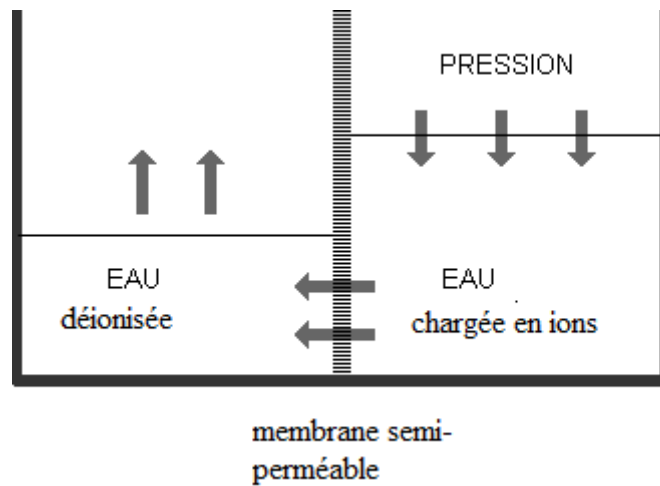
Il se forme de l'eau !

Et comme l'eau initiale est neutre, il y a autant de charges + que de charges - dans cette eau, donc les résines ont relargué autant de HO^- que de H^+ . Il y a donc neutralisation.

En fait seule l'eau déminéralisée venant juste d'être produite possède une acidité d'environ 7, mais affecté par la présence de dioxyde de carbone dans l'air, elle atteindra un pH légèrement acide (environ 5,8) en deux heures environ selon :



Remarque : on peut aussi déminéraliser ou déioniser l'eau par le procédé **d'osmose inverse**. Cette technique consiste à utiliser une membrane semi-perméable qui laisse passer les molécules d'eau mais pas la plupart des corps dissous (ions ou molécules organiques). En exerçant dans le compartiment de l'eau à traiter une pression assez forte (supérieure à la pression osmotique), on force l'eau à traverser la membrane.



L'osmose inverse est un procédé industriel efficace de dessalement. Avec une pression de 50 à 80 bars, environ 70% de l'eau d'une eau de mer peut être extraite, le sel se retrouvant concentré dans les 30% restant.

Bibliographie

http://www.olympiades-chimie.fr/documentation_habitat/docresin.doc

<http://www.lenntech.fr>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Osmose_inverse

http://www.apesa.fr/iso_album/resines_echangeuses_ions.pdf