



LA DÉCARBONATATION SUR RÉSINE DE L'EAU

PRINCIPE DU PROCÉDÉ ET BUT DU TRAITEMENT

LE PRINCIPE :

La décarbonatation est un procédé visant à effectuer un **adoucissement partiel** de l'eau. L'eau est filtrée à travers une résine échangeuse d'ions, de type cationique faible et appelée **résine carboxylique** : Celle-ci fixe les ions Calcium liés aux bicarbonates présents dans l'eau, agissant ainsi sur ce qu'on appelle la "DURETÉ TEMPORAIRE" de cette eau.

DÉFINITION(S) DE LA DURETÉ D'UNE EAU :

La dureté d'une eau correspond à la somme des teneurs en **sels de Calcium** (>dureté calcique) et en **sels de Magnésium** (>dureté magnésienne). Cette somme forme ce qu'on appelle le **Titre Hydrotimétrique (TH) total** de l'eau.

- **Remarques** : Généralement on tient compte uniquement de la dureté calcique car dans les eaux naturelles le Calcium à lui seul peut contribuer au titre TH dans une proportion de 70 à 90%.

De plus, le Calcium précipite très facilement sous forme de carbonates de Calcium (CaCO_3) qui sont les principaux responsables des dépôts de TARTRE dans les installations.

- **LE TITRE HYDROTIMÉTRIQUE (TH)** a pour unité de mesure le **degré français (°F)** et on établit par définition les correspondances suivantes :

1°F = 4 milligrammes de Calcium par litre d'eau,
ou bien 1°F = 2,4 milligrammes de Magnésium par litre d'eau

Dans la pratique, en tenant compte des remarques précédentes, on définit plutôt le degré français par une concentration en carbonates de Calcium (CaCO_3) et on obtient alors l'équivalence suivante qui constitue la vraie définition européenne du degré français :

1°F = 10 mg/L en (CaCO_3)

- Pour TH < 10°F une eau est qualifiée "douce",
- Pour TH > 35°F elle est qualifiée "dure" ou "incrustante, c'est à dire qu'elle va avoir tendance à générer des incrustation (>dépôts) de tartre dans les réseaux d'eau.

- **LE TITRE ALCALIMÉTRIQUE COMPLET (TAC)** mesure l'ALCALINITÉ d'une eau, c'est à dire sa concentration totale en **carbonates** (CO_3), en "**bicarbonates**" (HCO_3) (> plus scientifiquement nommés **hydrogénocarbonates**) et éventuellement en **hydroxydes** (OH) (>très rares dans les eaux naturelles car se transforment très rapidement en molécule d'eau (H_2O) en captant un ion-hydrogène ... on néglige donc couramment cette teneur en hydroxydes).

Le préfixe "bi-" de bicarbonates est un peu ambigu et il provient ici du double caractère acido-basique de cet élément : Il peut en effet se comporter à la fois comme un acide ou comme une base, selon son contexte physico-chimique.

- Le titre (TAC) s'exprime lui aussi en degré français (°F) et on établit par définition les correspondances suivantes :

1°F = 6,0 mg/L en carbonates (CO_3)
1°F = 12,2 mg/L en bicarbonates (HCO_3)
1°F = 3,4 mg/L en hydroxydes (OH)

On remarque immédiatement que les carbonates et les bicarbonates ont une influence majeure et prépondérante sur le titre (TAC). Ils définissent ce qu'on appelle la **DURETÉ CARBONATÉE** d'une eau.





- DURETÉ TEMPORAIRE / DURETÉ PERMANENTE :

• La **dureté temporaire** (ou **dureté carbonatée**) définit le titre **(TH)-temporaire** de l'eau. Il correspond aux carbonates (CO_3) et aux bicarbonates (HCO_3) susceptibles de précipiter par ébullition de l'eau. Ces précipités se forment par captation d'ions-Calcium (Ca^{++}) dans l'eau pour former ainsi des **carbonates de Calcium** (CaCO_3) et des **bicarbonates de Calcium** ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$), qui sont les principaux responsables des dépôts de tartre dans les installations.

Par définition :

- $\text{TH}_{\text{temporaire}}$ est égal au (TAC) si $(\text{TH}) > (\text{TAC})$... ce qui est le cas le plus courant pour les eaux naturelles.
- $\text{TH}_{\text{temporaire}}$ est égal au (TH) si $(\text{TH}) < (\text{TAC})$... ce qui est plus rare.

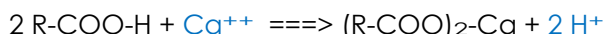
► La décarbonatation sur résine doit précisément abaisser cette dureté-temporaire de l'eau (>dureté carbonatée).

• La **dureté permanente** (ou **dureté non-carbonatée**) définit le titre **(TH)-permanent** de l'eau. Il correspond aux éléments stables dans l'eau comme les chlorures de Calcium ou les sulfates, par exemple. Par définition, on a les égalités suivantes :

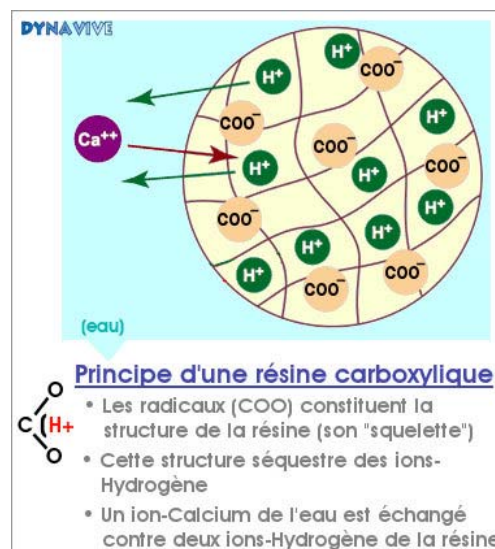
$$- \text{TH}_{\text{permanent}} = (\text{TH} - \text{TH}_{\text{temporaire}}) = (\text{TH} - \text{TAC})$$

LA RÉSINE CARBOXYLIQUE DE DÉCARBONATATION

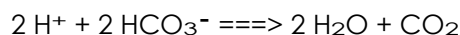
1°] L'eau passe donc au travers d'un lit de résine carboxylique, se présentant sous forme de billes : Dans un premier temps, cette résine dite "cationique faible" va échanger des ions Hydrogène (H^+) contenus dans sa structure microporeuse contre des ions Calcium (Ca^{++}) contenus dans l'eau. La réaction est la suivante :



La lettre "R" signifie qu'il y a échange d'ions entre la Résine et l'eau : Les ions-Calcium sont "extraits" de l'eau et capturés par la résine, chacun étant échangé contre 2 ions-Hydrogène émis par la résine. Les ions échangés sont de charge positive (H^+ & Ca^{++}) appelés CATIONS ... et cela donne le qualificatif de "cationique" à la résine.



2°] Ensuite, dans un second temps, ces ions-Hydrogène (H^+) libérés dans l'eau par la résine réagissent avec les ions bicarbonates (HCO_3) pour former simplement de l'eau (H_2O) et du gaz carbonique (CO_2) ... La réaction est la suivante :



► Les bicarbonates, qui définissent principalement le titre (TAC), sont complètement éliminés dans l'eau par cette réaction !

LES RÉSULTATS ET AVANTAGES

- Une partie des ions-Calcium présents dans l'eau a été adsorbée (fixée) par la résine (>cf. réaction n°1), à concurrence de la présence d'ions bicarbonates dans l'eau pouvant capter les ions-Hydrogène libérés (échangés) par la résine (cf. réaction n°2).
- Les bicarbonates ne sont plus présents dans l'eau et donc le titre **(TAC) devient nul** et chute à 0.





- Le titre TH chute en conséquence à la valeur $(TH - TAC_{initial}) = TH_{permanent}$... Le titre TH étant devenu plus faible, il y a donc bien **adoucissement partiel de l'eau**, qui est ainsi rendue moins "dure" et moins "incrustante". Elle a perdu sa dureté temporaire (*>dureté carbonatée*).
- Ne sont produits dans l'eau uniquement **de l'eau et du gaz carbonique** ... qui sera dégazé naturellement à chaque tirage d'eau aux points de consommation.

► **Absolument aucun sous-produit toxique n'est généré dans l'eau par cette décarbonatation sur résine spécifique.**

- Lorsque la résine est saturée en ions-Calcium capturés, il faut simplement la remplacer.
(Au niveau industriel, il existe des procédés de régénération de ces résines avec de l'acide sulfurique ou chlorhydrique, mais ils sont bien entendu hors de portée des particuliers.)
- Ce procédé d'adoucissement partiel par décarbonatation est nettement moins radical que celui apporté par les adoucisseurs d'eau "traditionnels", à résine cationique forte et régénération au sel.
Néanmoins, il n'en possède aucun des inconvénients reconnus ! ... Ici, pas de rejets d'eau salée polluante pour l'environnement, pas de modification des propriétés organoleptiques de l'eau, aucun risque de produire une eau trop adoucie et corrosive pour les installations, production d'une eau parfaitement potable après traitement, pas de gâchis d'eau par eau rejetée lors de la régénération des résines, pas de consommation électrique, etc, etc ...
- Cet adoucissement partiel peut s'avérer suffisant dans les cas les plus favorables pour éviter (... ou limiter) les dépôts incrustants de tartre dans de petites installations de chauffage de l'eau comme les ballons d'eau chaude sanitaire, les machines à laver le linge ou la vaisselle, les distributeurs de boissons, les fours à vapeur, etc ...

