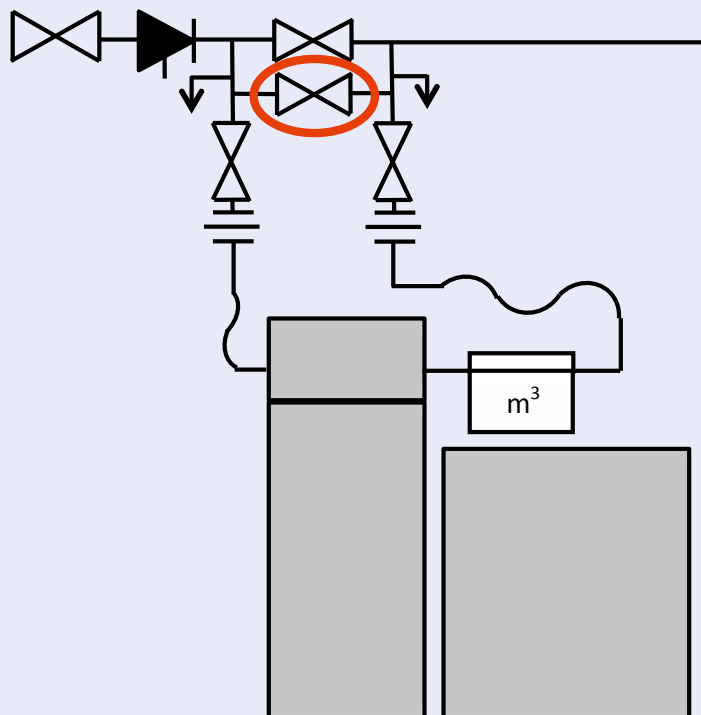


W10028 f Édition juin 2015

INFORMATION

Notice technique

Adoucisseurs d'eau – Vérification de la teneur en sodium

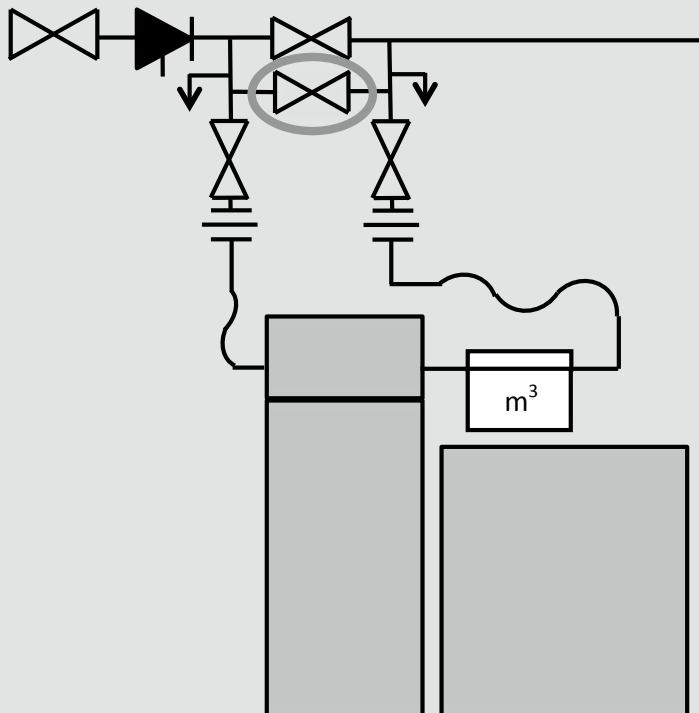


W10 028 f Édition juin 2015

INFORMATION

Notice technique

Adoucisseurs d'eau – Vérification de la teneur en sodium



Copyright by SVGW, Zurich
Composition: Multicolor Print AG, Baar
Édition juin 2015

Reproduction interdite

En vente à l'administration de la SSIGE
(support@svgw.ch)

SOMMAIRE

1	Introduction	5
2	But et champ d'application	5
3	Principes de base – Rapport entre carbonate de calcium, mmol/l et °f	5
4	Procédé d'échange d'ions	6
5	Déduction de la consommation de sodium par °f	7
6	Réglage de la dureté résiduelle	7
7	Exemple du distributeur d'eau X	8
8	Exemple du distributeur d'eau Y	8
8.1	Calcul de la dureté résiduelle à l'aide de la croix de mélange	9
8.2	Calcul de la dureté résiduelle sur la base de l'excédent de sodium	9
8.3	Calcul des parts de débit	9

1 Introduction

Lors de l'adoucissement de l'eau potable, le mélange de l'eau totalement adoucie avec de l'eau potable non traitée issue du service des eaux permet d'obtenir une dureté résiduelle adaptée et de s'assurer que la concentration de sodium dans l'eau potable fournie ne dépasse pas la valeur de 200 mg/l (directive UE 98/83).

Pour réduire la dureté d'un litre d'eau de 1 °f, il faut 4,6 mg de sodium.

2 But et champ d'application

La présente Notice technique décrit comment calculer la dureté résiduelle obtenue avec des échangeurs d'ions en tenant compte des différents points de référence. Elle s'adresse en particulier aux techniciens et projeteurs en installations sanitaires.

3 Principes de base – rapport entre carbonate de calcium, mmol/l et °f

Pour calculer les quantités de matières chimiques, on utilise comme unité SI de base la mole (symbole: mol). Elle sert à indiquer des quantités lors du calcul des processus chimiques.

Une mole contient environ $6,022 \times 10^{23}$ particules. Cela correspond au nombre d'atomes contenus dans 12 g de carbone (isotope 12 C). La valeur numérique de la masse d'une mole de matière, exprimée en gramme, est identique à la masse atomique des atomes ou à la masse moléculaire des molécules, dont se compose la matière, exprimée en unité de masse atomique (u).

Masses molaires des atomes et liaisons utilisés			
Nom	Abréviation chimique	Quantité de matière [mol]	Masse molaire [g]
Calcium	Ca	1	40
Carbone	C	1	12
Oxygène	O	1	16
Sodium	Na	1	23
Carbonate de calcium	CaCO ₃	1	100

Tab. 1 Masses molaires des différentes particules

Par définition, 10 mg/l de dureté totale (dureté calcique et magnésienne) équivalent à une dureté de 1 degré français (°f), tous les ions de calcium et de magnésium étant convertis dans la quantité équivalente de carbonate de calcium.

De plus, 10 mg/l de CaCO₃ correspondent à 0,1 mmol/l de CaCO₃.

Par conséquent: **0,1 mmol/l de carbonate de calcium équivaut à 1 °f**

4 Procédé d'échange d'ions

Dans des échangeurs de cations fortement acides (fig. 1), les ions de calcium (Ca^{2+}) et de magnésium (Mg^{2+}) responsables de la dureté de l'eau sont échangés contre des ions de sodium (Na^+).

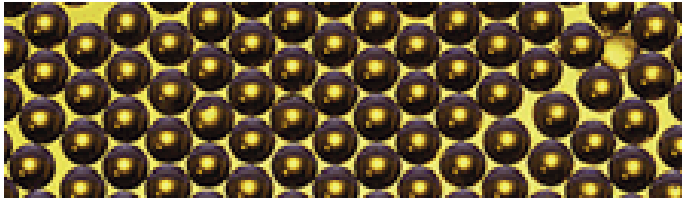


Fig. 1 Résine échangeuse de cations monodispersée grossie plusieurs fois

Le calcium (Ca) et le magnésium (Mg) appartiennent au groupe des métaux alcalino-terreux. Ils possèdent, sur la couche électronique externe importante pour les réactions chimiques, appelée couche de valence, deux électrons et sont donc des atomes bivalents, qui forment des ions positifs doublement chargés par la perte des deux électrons de valence.

Le sodium (Na) appartient, en revanche, au groupe des métaux alcalins et est un atome monovalent. Il possède donc sur la couche électronique externe un seul électron de valence. Les ions de sodium sont donc chargés positivement. Par conséquent, deux ions de sodium sont échangés contre un ion de calcium ou de magnésium.

Les billes de résine poreuses et pourvues, par conséquent, d'une grande surface d'échange sont composées d'un support doté de groupes fonctionnels chargés négativement auxquels, lors de la mise en marche de l'adoucisseur d'eau, les ions de sodium chargés positivement se fixent (fig. 2).

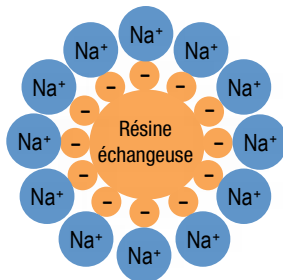


Fig. 2 Modèle d'une résine échangeuse de cations fortement acides

L'eau potable dure traverse le lit de résine. Les ions de calcium et de magnésium liés dans le bicarbonate de sodium (dureté carbonatée) ou les chlorures, les sulfates et les nitrates (dureté non carbonatée) se fixent aux groupes fonctionnels chargés négativement de la résine et délogent les ions de sodium qui eux s'écoulent avec l'eau vers les points de consommation (fig. 3).

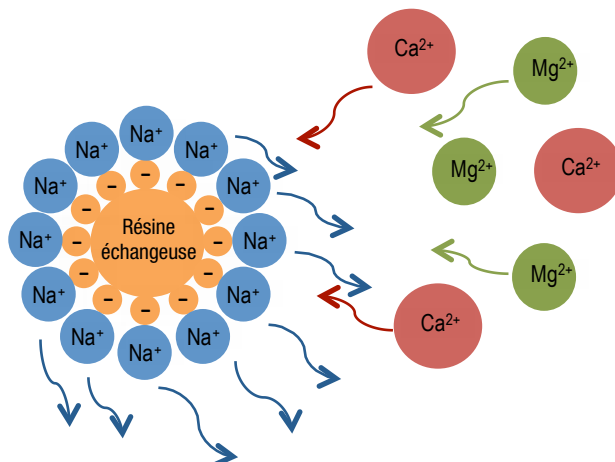


Fig. 3 Echange d'ions

Lors de la régénération de la résine échangeuse d'ions avec une solution saline (NaCl), le principe qui s'opère est le même mais dans le sens inverse. Les ions de sodium se fixent et délogent les ions de calcium et de magnésium qui sont drainés par le rinçage dans l'installation des eaux usées (fig. 4).

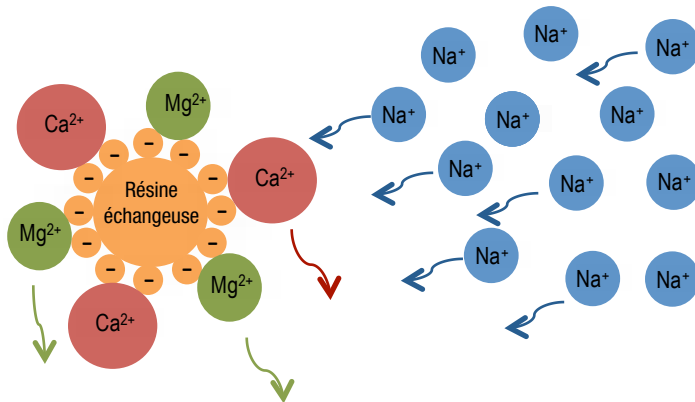


Fig. 4 Procédure de régénération déclenchée par commande volumique et/ou temporelle

Après la régénération, la résine échangeuse est chargée d'ions de sodium. L'adoucisseur d'eau est de nouveau prêt à fonctionner (fig. 5).

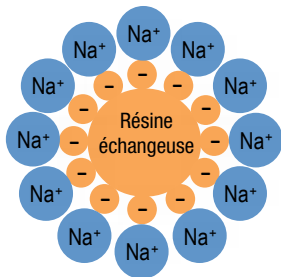


Fig. 5 Résine échangeuse prête à fonctionner

5 Déduction de la consommation de sodium par °f

Pour la compensation de charge d'un ion de calcium (Ca^{2+}), 2 ions de sodium (Na^+) sont nécessaires. Pour une mole de calcium (40 g, voir tab. 1), cela correspond à 2 moles de sodium (46 g, voir tab. 1).

Pour échanger 0,1 mmol/l de Ca^{2+} , il faut 0,2 mmol/l de Na^+ ou 4,6 mg/l de Na^+ .

Par conséquent: **Pour échanger 1 °f, il faut environ 4,6 mg/l de Na^+**

6 Réglage de la dureté résiduelle

Selon la directive européenne 98/83, la teneur en sodium de l'eau potable ne doit pas dépasser une valeur maximale de 200 mg/l, le goût du sodium étant perceptible à forte concentration. Lors d'un adoucissement de l'eau potable, un robinet mélangeur doit veiller à ce que la dureté résiduelle de l'eau adoucie soit réglée afin que la concentration de sodium dans l'eau potable ne dépasse pas la valeur maximale.

Le calcul destiné au réglage de la dureté résiduelle est illustré par deux exemples.

7 Exemple du distributeur d'eau X

Selon l'analyse de l'eau, le service des eaux X fournit une eau possédant une concentration de sodium de 11 mg/l et une dureté de 35 °f. L'échangeur d'ions permet d'éliminer totalement la dureté, qui s'élève alors à 0 °f. Cela vaut à pleine capacité d'échange. Avant la saturation de l'échangeur d'ions, les ions de calcium ne sont toutefois plus entièrement échangés.

La teneur en sodium de l'eau du service des eaux X s'élève à 11,0 mg/l

La part d'ions de sodium requise par l'échangeur d'ions s'élève à 35 °f x 4,6 mg/l de sodium par °f 161,0 mg/l

Teneur totale en sodium 172,0 mg/l

La teneur en sodium est inférieure à la valeur exigée par la directive européenne. Un mélange avec de l'eau potable non traitée issue du service des eaux n'est certes pas nécessaire, mais le réglage de la dureté résiduelle entre 7 et 15 °f (eau douce) est un réglage optimal pour le logement, car le goût n'est ainsi pas altéré et le savon (la lessive) ne colle pas lors du rinçage.

8 Exemple du distributeur d'eau Y

Selon l'analyse de l'eau, le distributeur d'eau Y fournit une eau possédant une concentration de sodium assez élevée de 107 mg/l et une dureté de 37,6 °f.

La teneur en sodium de l'eau du service des eaux Y s'élève à 107 mg/l

La part d'ions de sodium requise par l'échangeur d'ions s'élève à 37,6 °f x 4,6 mg/l de sodium par °f 173 mg/l

Teneur totale en sodium 280 mg/l

Dans ce cas, après l'adoucissement, la valeur définie dans la directive européenne est dépassée de 80 mg/l (fig. 6). Il convient d'ajouter de l'eau potable non traitée du service des eaux jusqu'à ce que la valeur de sodium passe sous les 200 mg/l.

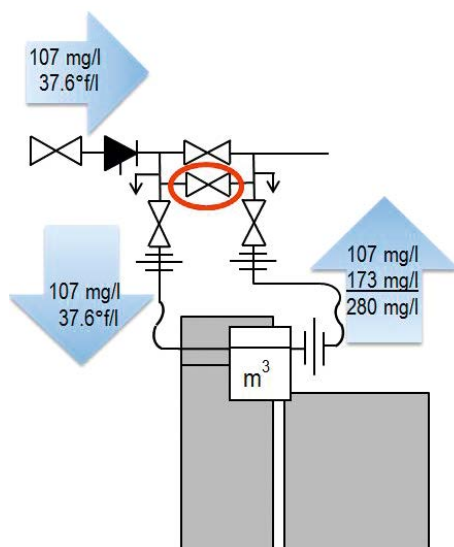
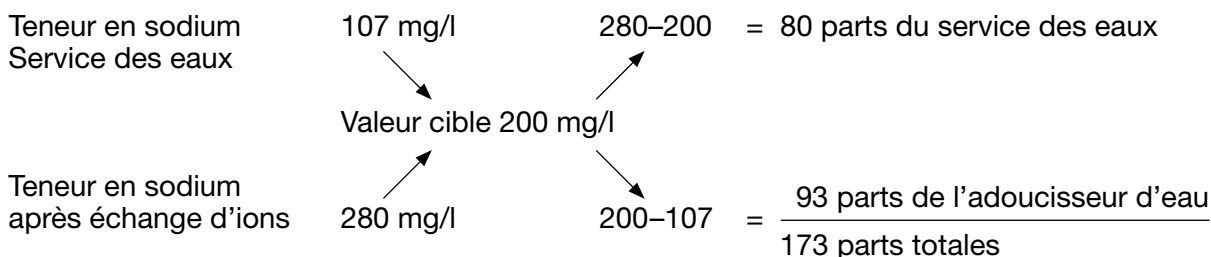


Fig. 6 Schéma de fonctionnement de l'adoucisseur d'eau du service des eaux Y

8.1 Calcul de la dureté résiduelle à l'aide de la croix de mélange

Le calcul de la dureté résiduelle par croix de mélange est une méthode simple permettant de calculer les parts de mélange et la dureté résiduelle à régler et basée sur le principe mathématique d'une équation à plusieurs inconnues de la forme $c_1 \times V_1 + c_2 \times V_2 = c_3 (V_1 + V_2)$, dans laquelle c est la teneur en sodium respective et V est le volume respectif. Si l'on connaît la teneur en sodium de l'eau brute du service des eaux et la teneur en sodium après l'adoucisseur d'eau, on calcule facilement les parts de débit du service des eaux et de l'adoucisseur d'eau sur la base de la teneur en sodium maximale autorisée de 200 mg/l et l'on détermine, par conséquent, la dureté résiduelle à régler.



Rapport du service des eaux $\frac{80 \times 100 \%}{173} = 46,2 \% \text{ du débit}$

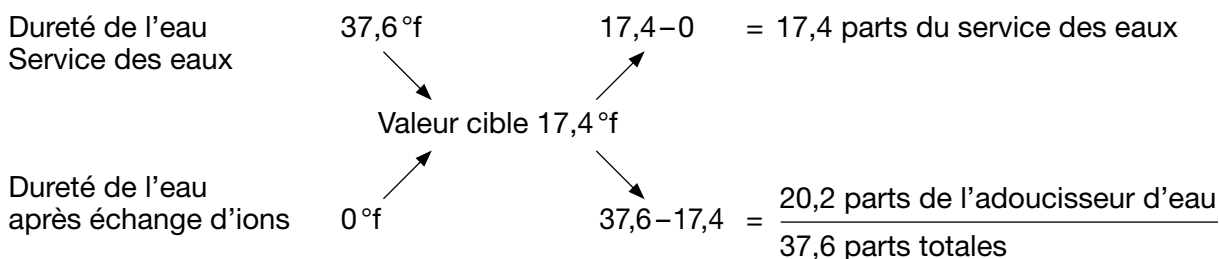
Apport d'eau potable du service des eaux 46,2 % de 37,6 °f = 17,4 °f

8.2 Calcul de la dureté résiduelle sur la base de l'excédent de sodium

Excédent de teneur en sodium de 80 mg/l : 4,6 mg/l de sodium par °f = 17,4 °f

8.3 Calcul des parts de débit

Pour un débit d'eau représentatif réglé pour l'objet correspondant, il convient à l'aide d'un robinet mélangeur d'ajouter de l'eau potable non traitée issue du service des eaux jusqu'à ce qu'on mesure une dureté d'environ 17 à 18 °f au robinet de prélèvement d'échantillons d'eau après l'adoucisseur.



Rapport du service des eaux $\frac{17,4 \times 100 \%}{37,6} = 46,2 \% \text{ du débit}$

Rapport de l'adoucisseur d'eau $\frac{20,2 \times 100 \%}{37,6} = 53,8 \% \text{ du débit}$