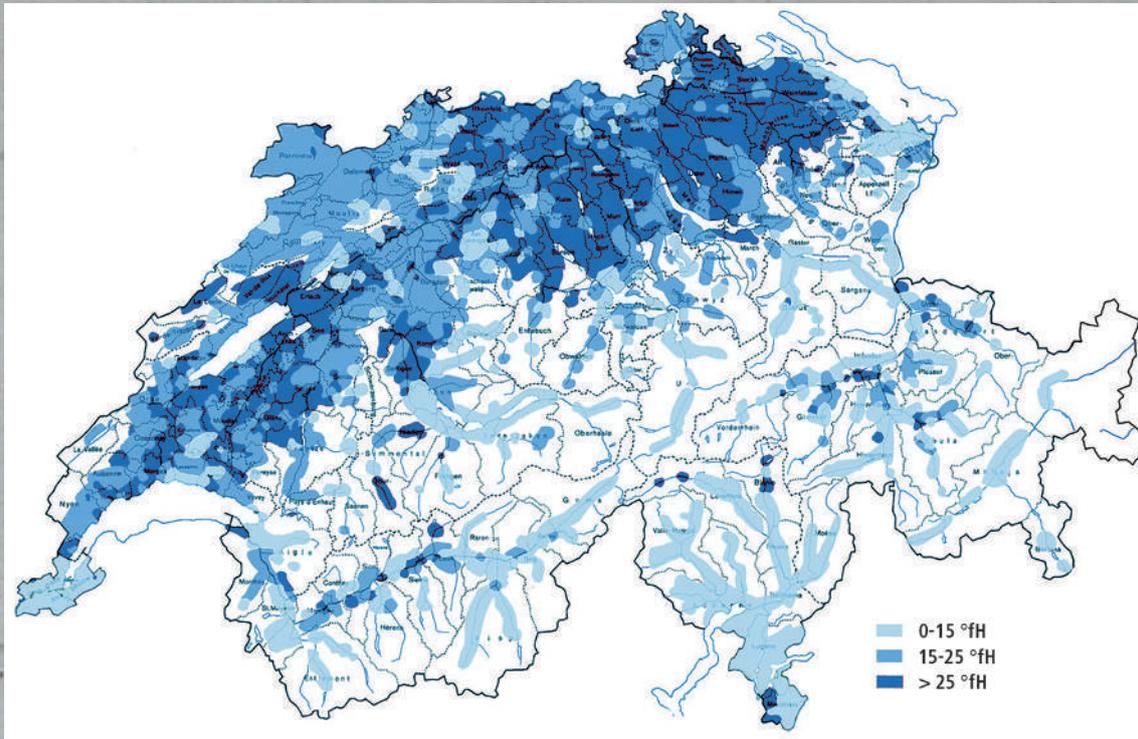


Traitement de l'eau

valable à partir du: 12 août 2025



Carte des duretés de l'eau en Suisse (source: SVGW)

NUSSBAUM_{RN}

Gut installiert Bien installé Ben installato

Thématiques

Table des matières

1	Introduction	4
2	Principes de base et exigences.....	5
2.1	Les principaux paramètres pour l'eau brute et l'eau de boisson	5
2.1.1	Paramètres physiques et chimiques	5
2.1.2	Paramètres microbiologiques.....	6
2.1.3	Paramètres organoleptiques	6
3	Dureté de l'eau.....	7
3.1	D'où sort le calcaire que l'on trouve dans l'eau	7
3.2	Niveaux de dureté de l'eau	8
3.2.1	Conversion des unités de dureté de l'eau.....	8
3.3	La nécessité d'un adoucissement de l'eau	9
3.3.1	Avantages d'une eau de boisson adoucie	9
3.3.2	Désavantages d'une eau de boisson adoucie.....	9
4	Procédés de traitement de l'eau.....	10
4.1	Aperçu.....	10
4.2	Echange d'ions.....	11
4.2.1	Adoucissement	11
4.2.2	Déminéralisation partielle	12
4.2.3	Déminéralisation complète.....	13
4.2.4	Electrodéionisation.....	14
4.3	Technologie des membranes.....	15
4.3.1	Principe de fonctionnement	15
4.3.2	Domaines d'utilisation de la filtration par charbon actif	15
4.3.3	Domaines d'utilisation de la microfiltration, ultrafiltration et nanofiltration	15
4.3.4	Osmose inverse	16
4.4	Procédés physiques.....	17
4.4.1	Principe de fonctionnement	17
4.4.2	Domaines d'utilisation.....	17
4.5	Irradiation aux UV	18
4.5.1	Principe de fonctionnement	18
4.5.2	Domaines d'utilisation.....	18
4.6	Procédés ésotériques.....	18
4.7	Comparaison des paramètres chimiques physiques dans des eaux traitées....	19
5	Produits Nussbaum mis en œuvre	20
5.1	Optiarmatur	20
5.1.1	Eau de boisson	20
5.1.2	Eau ayant fait l'objet d'un traitement ultérieur	20

5.2	Optipress-Aquaplus.....	21
5.2.1	Eau de boisson	21
5.2.2	Eaux traitées.....	21
5.3	Optiflex	22
5.3.1	Eau de boisson	22
5.3.2	Eaux traitées.....	22
6	Adoucisseur d'eau.....	23
6.1	Principe de fonctionnement	23
6.1.1	Représentation schématique de l'échange d'ions	24
6.2	Informations pour définir la valeur d'adoucissement de l'eau	25
6.2.1	Outils de Nussbaum	26
6.3	Prescriptions légales et recommandations pour l'adoucissement de l'eau	26
6.4	Recommandations de Nussbaum pour le réglage de la dureté résiduelle.....	26
6.5	Contrôle de la teneur en sodium dans les installations d'eau de boisson	27
6.5.1	Déduction de la consommation de sodium par °fH.....	27
6.5.2	Calcul du réglage de la dureté résiduelle	28
6.6	Endiguer la contamination bactérienne	30
6.7	Emplacement	30
6.8	Montage.....	30
6.9	Contrôles et entretien.....	30
6.9.1	Contrôles officiels.....	30
7	Informations complémentaires	31

1 Introduction

L'eau n'est pas présente dans la nature à l'état chimiquement pur. Ses propriétés chimiques, physiques et microbiologiques dépendent de son origine et de son prétraitement, et présentent parfois des différences considérables.

Le traitement de l'eau est un procédé qui permet de changer ses propriétés de façon précise, afin que l'eau traitée ultérieurement puisse correspondre aux exigences de certaines applications.

Avant son traitement, l'eau brute doit être évaluée pour en connaître l'origine, les matières qu'elle contient et sa qualité. Cette évaluation globale est utile pour adapter au plus juste les installations et les procédés du traitement de l'eau aux exigences en question. Les procédés sont divisés d'après leur fonction, en procédés de prétraitement, de filtration, de désinfection/oxydation, et autres traitements plus poussés de l'eau brute.

Selon l'usage qu'il est fait de l'eau de boisson, il existe pour elle différents types de traitement ultérieur. Cela va de l'adoucissement à la production d'eaux ultrapures à l'usage de l'industrie pharmaceutique et de laboratoires, en passant par une déminéralisation partielle et complète.

Dans le traitement ultérieur de l'eau de boisson, l'adoucissement occupe une place importante. L'eau de boisson y est débarrassée des agents de dureté Ca^{2+} et du Mg^{2+} , p. ex. par l'échange d'ions. Les porteurs de charge électriques dissous dans l'eau sont enlevés ou remplacés. L'eau est ainsi rendue utile à l'usage auquel elle est destinée.

2 Principes de base et exigences

2.1 Les principaux paramètres pour l'eau brute et l'eau de boisson

L'eau possède plusieurs paramètres variables aux niveaux physique, chimique, microbiologique et organoleptique, ceux-ci devant se trouver à l'intérieur de fourchettes selon le type et l'utilisation de l'eau. C'est de ces paramètres qu'il convient de tenir compte pour le traitement de l'eau.

On distingue à ce niveau deux procédés:

- Transformation de l'eau brute et en eau de boisson
- Traitement ultérieur de l'eau de boisson

Par rapport aux paramètres cités plus haut, l'eau de boisson doit obéir à certaines prescriptions, ce qui implique que l'eau brute doit être traitée pour être transformée en eau de boisson. L'eau de boisson est une denrée alimentaire strictement réglementée par un grand nombre de normes et de directives, que ce soit pour l'approvisionnement public ou les installations d'eau de boisson dans les bâtiments.

Ici sont présentées des informations très fournies sur les bases et exigences relatives à l'hygiène de l'eau de boisson et sur le modèle à paliers de Nussbaum, ainsi que sur les directives générales de montage et de planification dans le document Nussbaum intitulé «Thématiques hygiène de l'eau de boisson», ☞ Thématique 299.1.006.

En Suisse, étant donné que l'eau brute destinée au traitement de l'eau de boisson est issue de nappes phréatiques, elle présente des compositions et propriétés très variées. Selon la qualité de l'eau brute, son traitement peut aller d'une simple désinfection à des traitements en plusieurs étapes. Lorsqu'elle est de qualité supérieure, l'eau d'une nappe phréatique peut, à la rigueur, se passer de tout traitement.

Pour certaines applications, les paramètres cités plus haut doivent être adaptés. L'eau de boisson issue du réseau public de distribution publique doit dans ce cas faire l'objet d'un traitement ultérieur. C'est ainsi que pour de nombreuses applications par exemple, il faut une eau adoucie dont la dureté carbonatée doit être inférieure à celle du réseau public de distribution.

2.1.1 Paramètres physiques et chimiques

Paramètres	Valeur normalisée	Unité de mesure	Explications/prescriptions
Température	8 ... 15	[°C]	<ul style="list-style-type: none"> • Température de l'eau froide dans une installation d'eau de boisson max. 25 °C • Température de l'eau chaude dans une installation d'eau de boisson min. 55 °C
Valeur pH	6.5 ... 8	–	<ul style="list-style-type: none"> • pH < 7: acide (excès en ions hydrogène H⁺) • pH > 7: alcalin (excès en ions hydroxyle H⁻) • pH = 7: neutre (les ions hydrogène et hydroxyde s'équilibrent)
Conductivité électrique	200 ... 800	[µS/cm]	Renseigne sur la concentration des substances dissoutes dans l'eau. 400 µS/cm correspondent à environ 200 mg de substances dissoutes par litre.
Teneur en calcium Ca²⁺	40 ... 125	[mg/l]	Nos besoins en calcium s'élèvent à 200 ... 800 mg par jour. Le corps rejette le calcium excédentaire.
Teneur en magnésium Mg²⁺	5 ... 30	[mg/l]	Nos besoins en magnésium s'élèvent à 350 ... 400 mg par jour. Le corps rejette le magnésium excédentaire.
Teneur en sodium Na⁺	1 ... 50	[mg/l]	Nos besoins en sodium s'élèvent à 1000 ... 2000 mg par jour. Le corps rejette le sodium excédentaire.
Teneur en substances nocives telles que plomb, sulfates et nitrates	–	–	Les valeurs maximales pour l'eau de boisson dans le privé et le public sont fixées dans l'annexe 2 de l'OPBD.

Tab. 1: Valeurs empiriques des paramètres physiques et chimiques pour l'eau de boisson

2.1.2 Paramètres microbiologiques

L'eau brute et l'eau de boisson peuvent contenir divers microorganismes qui, selon leur type et leur quantité, peuvent présenter un risque pour la santé.

Des prescriptions microbiologiques strictes (annexe 1 de l'OPBD) s'appliquent à la distribution publique d'eau de boisson. En Suisse, l'eau que le fournisseur public apporte jusqu'au point de connexion d'un bâtiment possède une qualité irréprochable qui est assurée par des procédés de traitement et des contrôles correspondants.

A l'intérieur du bâtiment toutefois, la responsabilité est du côté du propriétaire ou de l'exploitant du bâtiment. Dans la mesure où c'est lui qui fournit l'eau de boisson à des consommateurs finaux (locataires, employés, clients, etc.), il est tenu, lui aussi, de respecter les prescriptions microbiologiques. Il n'y a toutefois pas de prescriptions contraignantes pour les propriétaires privés de maisons.

Ch.	Produit	Paramètre	Valeur maximale UFC*	Méthode d'analyse de référence**	Remarques
1	Eau potable				
1.1	au captage, non traitée	Germes aérobies mésophiles	100/ml	EN ISO 6222	Température d'incubation: 30 °C Durée d'incubation: 72 heures
		<i>Escherichia coli</i>	nd ²⁰ /100 ml	EN ISO 9308-1	
		Entérocoques	nd/100 ml	EN ISO 7899-2	
1.2	après traitement	<i>Escherichia coli</i>	nd/100 ml	EN ISO 9308-1	
		Entérocoques	nd/100 ml	EN ISO 7899-2	
1.3	dans le réseau de distribution, traitée ou non traitée	Germes aérobies mésophiles	300/ml	EN ISO 6222	Température d'incubation: 30 °C Durée d'incubation: 72 heures
		<i>Escherichia coli</i>	nd/100 ml	EN ISO 9308-1	
		Entérocoques	nd/100 ml	EN ISO 7899-2	
1.4	dans les installations domestiques	<i>Escherichia coli</i>	nd/100 ml	EN ISO 9308-1	
		Entérocoques	nd/100 ml	EN ISO 7899-2	

Fig. 1: Extrait de l'OPBD:2024, annexe 1

Dans les installations d'eau de boisson d'un bâtiment, une importance particulière est à accorder aux légionelles, qui peuvent entraîner diverses affections, en particulier par l'inhalation d'aérosols. Les légionelles font partie intégrante des communautés microbiennes naturelles et ne peuvent pas être éradiquées complètement par des traitements ou des procédés de désinfection normaux. Les températures où les légionelles peuvent se multiplier vont de 25 °C à 45 °C. A l'effet température s'ajoute que les matériaux d'installation et la stagnation jouent un rôle décisif dans leur prolifération.

Selon la directive W3/C4 de la SVGW, les exploitants sont tenus d'effectuer régulièrement des contrôles de légionelles dans le cadre du concept d'autocontrôle. Pour l'évaluation de la situation hygiénique, la directive W3/C4 de la SVGW renvoie aux degrés de contamination traités dans la recommandation OFSP/OSAV sur les légionelles:

Concentration de <i>Legionella</i> spp. [UFC/L]	Degré de contamination
< 100	Exigences pour les hôpitaux avec soins intensifs
< 1000	Contamination inexistante ou faible
1000 – 10 000	Contamination modérée
> 10 000	Contamination importante à massive

Tab. 2: Degrés de contamination selon la directive SVGW W3/C4:2021, 10, et recommandation OFSP/OSAV «Légionelles et légionellose», août 2018

2.1.3 Paramètres organoleptiques

Les paramètres organoleptiques sont perceptibles par les organes des sens. Ils sont en rapport avec les autres paramètres ou en découlent.

Paramètres	Prescription
Odeur	L'eau de boisson devrait être inodore
Goût	L'eau de boisson devrait être insipide
Couleur	L'eau de boisson devrait être incolore et sans turbidité

Tab. 3: Paramètres organoleptiques de l'eau de boisson

3 Dureté de l'eau

La dureté de l'eau est un paramètre d'une importance particulière dans le traitement ultérieur de l'eau de boisson. L'eau dure est largement répandue dans la nature et dans la distribution d'eau de boisson.

Dans la chimie de l'eau, on désigne par dureté de l'eau la concentration des métaux alcalino-terreux qui s'y trouvent dissous. Ce sont pour l'essentiel les ions de calcium et de magnésium qui contribuent à la dureté de l'eau car ils sont susceptibles de former des liaisons difficilement solubles. Les carbonates et hydrogénocarbonates p. ex. en font partie. Le calcium et le magnésium sont désignés collectivement aussi comme «agents de dureté».

La dureté totale de l'eau se définit comme la somme de la dureté carbonatée (dureté temporaire) et de la dureté non carbonatée (dureté permanente).

Les hydrogénocarbonates du calcium et du magnésium forment la dureté carbonatée et, lors du réchauffement de l'eau, ils se transforment en dépôts de calcaire. Les chlorures, nitrates et sulfates de calcium et de magnésium forment la dureté non carbonatée qui, lors du réchauffement de l'eau, ne subit pas de transformation.

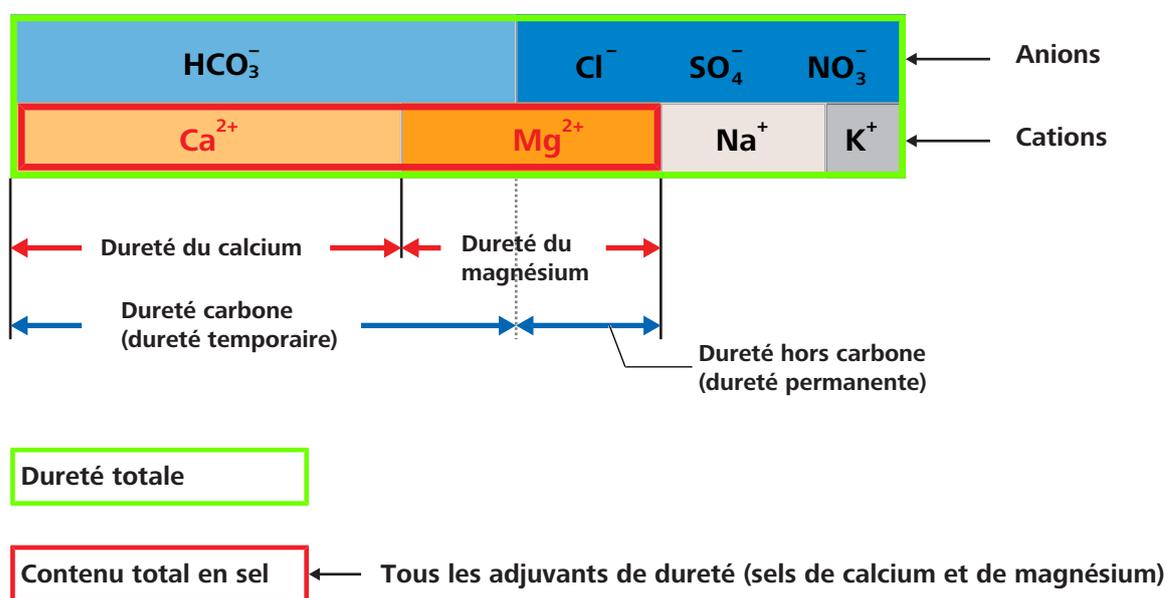


Fig. 2: Dureté et salinité totale de l'eau



En Suisse, on peut se renseigner auprès du fournisseur d'eau responsable pour connaître la dureté de l'eau.

3.1 D'où sort le calcaire que l'on trouve dans l'eau

L'eau de pluie s'enrichit en acide carbonique dans l'atmosphère. Cela a pour effet de dissoudre des sels calcaires dans les sols. La teneur en sels calcaires dissous varie selon la nature des sols. L'eau transporte ces liaisons de calcaire et d'acide carbonique dans l'installation d'eau domestique, p. ex. sous la forme d'hydrogénocarbonate de calcium. La concentration des sels calcaires dissous dans l'eau de boisson est le facteur déterminant pour la dureté de l'eau.

3.2 Niveaux de dureté de l'eau

Le système d'unités SI définit la dureté totale de l'eau en moles par litre (**mmol/l**) ou millimoles par litre (**mmol/l**). En Allemagne et en Autriche, la dureté de l'eau était par le passé mesurée en degrés de dureté allemande (**°dH**). En Suisse, on utilise en général les degrés de dureté française (**°fH**).

La loi suisse sur les denrées alimentaires divise l'eau en 6 niveaux de dureté:

Désignation	Dureté totale [mmol/l]	Dureté totale [°fH]
Très douce	< 0.7	< 7
Douce	0.7 ... 1.5	7 ... 15
Moyennement dure	1.5 ... 2.5	15 ... 25
Assez dure	2.5 ... 3.2	25 ... 32
Dure	3.2 ... 4.2	32 ... 42
Très dure	> 4.2	> 42

Tab. 4: Niveaux de dureté de l'eau selon la loi suisse sur les denrées alimentaires

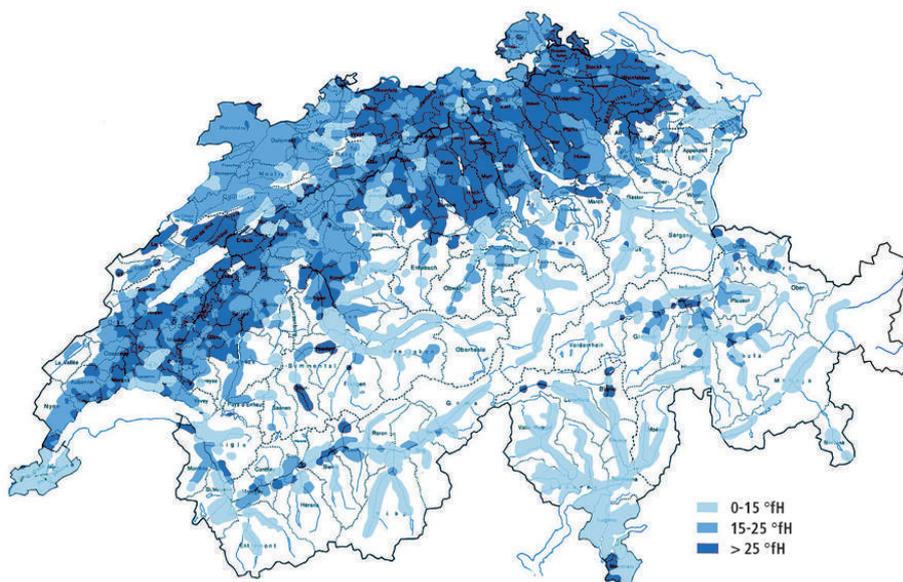


Fig. 3: Carte des duretés de l'eau en Suisse (source: SVGW)

3.2.1 Conversion des unités de dureté de l'eau

	mmol/l	°fH	°dH	CaCO ₃ mg/l	CaO mg/l
mmol/l	1	10	5.6	100	56
°fH	0.1	1	0.56	10	5.6
°dH	0.179	1.79	1	17.9	10

Tab. 5: Exemple de conversion des unités de dureté de l'eau

CaCO₃: le carbonate de calcium est un solide cristallin incolore.

CaO: l'oxyde de calcium (appelé aussi chaud vive ou terre calcaire) est une poudre blanche qui, mêlée à de l'eau, dégage une forte chaleur.

3.3 La nécessité d'un adoucissement de l'eau

On entend par adoucissement de l'eau l'élimination des ions de calcium (Ca²⁺) et de magnésium (Mg²⁺) dissous dans l'eau de boisson.

Vue sous l'angle d'une denrée alimentaire, l'eau ne nécessite pas d'adoucissement. Les ions de calcium et de magnésium dissous dans l'eau (agents de dureté) font partie des minéraux qui, s'ils sont inoffensifs pour nous, n'en sont pas moins vitaux.

Au niveau du goût, l'eau de boisson dure est souvent perçue comme étant meilleure que l'eau douce. L'eau douce a par contre la capacité de favoriser l'extraction des saveurs que contiennent le café et le thé.

Pour de nombreux autres usages toutefois, il s'avère que l'eau dure présente souvent des désavantages. Les agents de dureté sont susceptibles d'être une gêne partout où l'eau entre en contact avec des matières alcalines, en particulier avec des savons, ou encore là où elle est chauffée, portée à ébullition ou lorsqu'elle s'évapore.

Les machines et appareils sont toujours plus nombreux à fonctionner avec des technologies sophistiquées et sensibles. Or, il leur faut souvent une eau adoucie.

L'entartrage a pour raison principale le réchauffement de l'eau. Cela modifie l'équilibre naturel entre calcaire et acide carbonique, avec pour conséquence un dépôt de carbonate de calcium sous la forme de calcaire dur aux endroits les plus chauds. Les dépôts de calcaire sont d'autant plus importants que la température est élevée. Dans un même temps, pour des raisons hygiéniques et sanitaires, on ne peut renoncer à des températures élevées car autrement, on accroît le risque d'une prolifération de bactéries, p. ex. de légionelles.

3.3.1 Avantages d'une eau de boisson adoucie

Les principaux avantages d'une eau de boisson adoucie sont:

- Protection des conduites contre un colmatage dans les conduites
- Protection contre les déperditions d'énergie dans un chauffe-eau
- Protection contre les dépôts de calcaire dans la salle de bain, sur les carrelages et composants sanitaires
- Prévention de pannes par dépôt de calcaire dans les appareils domestiques
- Allongement de la durée de vie des appareils domestiques
- Absence de réparations coûteuses
- Protection contre les dépôts de calcaire sur les verres et la vaisselle
- Economie de détergents pour lave-vaisselle et lave-linge (jusqu'à 50 %)
- Protection contre une lessive rugueuse ou des fibres cassantes dues à des savons calcaires
- Effets positifs sur la peau et les cheveux lors de la toilette
- Saveurs de café et de thé plus intenses

3.3.2 Désavantages d'une eau de boisson adoucie

Parmi les principaux désavantages d'une eau de boisson adoucie, on compte:

- Risque de corrosion pour les conduites galvanisées et en cuivre. L'enlèvement de calcium et de magnésium a pour effet de libérer de l'acide carbonique (agressif) excédentaire.
- Altération gustative de l'eau
- Risque de contamination bactérienne de l'eau de boisson lorsque l'installation d'adoucissement n'est pas entretenue de manière appropriée
- Pollution de l'environnement par un surcroît nuisible de sels dans les eaux usées lors de la régénération de la résine échangeuse d'ions
- Frais courants (électricité, sel, entretien)
- Perte de charge supplémentaire dans l'installation d'eau de boisson

4 Procédés de traitement de l'eau

4.1 Aperçu

L'eau dans les applications techniques provient en général du réseau public d'eau de boisson et elle a déjà été soumise à un traitement ultérieur complet. L'eau de boisson issue du réseau public de distribution fait l'objet de contrôles stricts et arrive comme liquide clair et incolore, exempt d'odeurs gênantes et de bactéries ou substances nocives, mais cependant enrichi de minéraux et sels essentiels. Cette eau est de qualité alimentaire puisqu'elle répond aux exigences de la Loi sur les denrées alimentaires (LDA); dans certains cas toutefois, elle peut être impropre à des usages techniques spécifiques.

L'eau de boisson fournie par l'exploitant du réseau peut, selon l'usage qu'il en est fait, faire l'objet d'un traitement ultérieur.

Pour le traitement ultérieur de l'eau de boisson, il convient de tenir compte des critères suivants:

- Définition de l'usage auquel est destinée l'eau
- Exigences chimiques et microbiologiques
- Conditions d'exploitation
- Température de l'eau
- Matériaux pour les conduites et appareils
- Lois, normes et directives

Pour les divers procédés de traitement de l'eau de boisson, il convient de tenir compte des facteurs suivants:

- L'eau de boisson de la zone de distribution peut être soumise à des variations dans sa dureté et sa composition.
- Pour l'adjonction de produits chimiques, il faut respecter les dispositions légales.

Les procédés de traitement envisageables pour l'eau sont les suivants:

Echange d'ions	<ul style="list-style-type: none"> • Adoucissement • Déminéralisation partielle (décarbonisation) • Déminéralisation complète • Electrodéionisation
Filtration (technologie des membranes)	<ul style="list-style-type: none"> • Filtration par charbon actif • Microfiltration • Ultrafiltration • Nanofiltration • Osmose inverse
Procédés physiques	<ul style="list-style-type: none"> • Aimants • Convertisseur anti-tartre • Traitement électrodynamique de l'eau • Traitement de l'eau par adjonction de dioxyde de carbone (p. ex. avec CalcFree)
Irradiation aux UV	<ul style="list-style-type: none"> • Désinfection
Procédés alternatifs/ésotériques	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement de l'eau Grander® • Revitalisation de l'eau, lévitation • Inoculation avec des eaux provenant de sources spéciales (p. ex. Lourdes)

Selon les procédés utilisés, les eaux traitées ont des propriétés chimiques, physiques et microbiologiques différentes qui seront présentées dans les chapitres suivants. Pour les matériaux utilisés, il convient de respecter les remarques et restrictions relatives aux divers domaines d'utilisation.



Indications sur le domaine d'utilisation de produits Nussbaum ☞ «Produits Nussbaum mis en œuvre», page 20.

Les connaissances techniques, explications, solutions envisageables ou résumés des exigences sont disponibles dans les notices techniques correspondantes de la SVGW, p. ex.:

- Le montage d'installations de traitement ultérieur de l'eau de boisson nécessite une autorisation de l'exploitant du réseau.
- Pour le traitement ultérieur de l'eau de boisson, il faut respecter les dispositions de l'Ordonnance sur les denrées alimentaires et les objets usuels ainsi que de l'Ordonnance sur les substances étrangères et les composants.
- Le propriétaire de l'installation est tenu de contrôler et d'entretenir régulièrement l'installation de traitement ultérieur de l'eau de boisson selon l'Ordonnance sur l'eau potable, l'eau de source et l'eau minérale.

4.2 Echange d'ions

4.2.1 Adoucissement

4.2.1.1 Principe de fonctionnement

Les ions de calcium et de magnésium (Ca^{2+} , Mg^{2+}) dissous dans l'eau sont remplacés par des ions de sodium (Na^+) avec un échangeur de cations fortement acides. On évite ainsi par la suite des dépôts de carbonates insolubles (calcaire).

La résine échangeuse d'ions est régénérée par une solution concentrée de chlorure de sodium (NaCl). Il y a alors tellement de sodium qui passe par l'échangeur qu'il libère à nouveau les ions de magnésium et de calcium. Ceux-ci sont ensuite éliminés par rinçage avec le sodium en excès.

Degré d'adoucissement	< 0.02 mmol/l (adoucissement pratiquement complet)
Teneur totale en sel	6 mmol/l (inchangé)
Conductivité	700 µS/cm (inchangé)

Tab. 6: Propriétés d'une eau adoucie

4.2.1.2 Domaines d'utilisation

L'eau adoucie est utilisée dans les domaines suivants:

Usage	Utilisation pour eau de boisson	Utilisation avec Optipress	Utilisation avec Optiflex
<ul style="list-style-type: none"> • Maisons unifamiliales et plurifamiliales • Stations de lavage automobile • Gastronomie (lave-vaisselle, cafetières) • Installations de lavage de bouteilles 	✓	✓	✓

✓ utilisation: oui

4.2.2 Déminéralisation partielle

4.2.2.1 Principe de fonctionnement

Les ions de calcium et de magnésium (Ca^{2+} , Mg^{2+}) dissous dans l'eau sont remplacés par des ions d'hydrogène (H^+) au moyen d'un échangeur d'ions faiblement acides. La dureté non carbonatée et les sels neutres ne sont pas touchés.

La résine échangeuse d'ions est régénérée avec de l'acide chlorhydrique (HCl).

Degré d'adoucissement	Complètement adoucie
Teneur totale en sel	1 mmol/l (réduction de 10 ... 20 %)
Conductivité	180 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (abaissée)
Agressivité	Accrue (par de l'acide carbonique non dégazé)

Tab. 7: Propriétés d'une eau partiellement déminéralisée

La déminéralisation partielle est le seul procédé qui puisse être désigné comme **détartrage**. Elle convient tout particulièrement pour de l'eau où le rapport de la dureté carbonatée et de la dureté totale est supérieur à 70 %.

4.2.2.2 Domaines d'utilisation

L'installation de déminéralisation partielle est très économique et convient pour d'importants soutirages d'eau dont la qualité de vapeur ne correspond pas aux exigences les plus élevées. Elle est cependant sensible à des modifications de la qualité de l'eau brute livrée.

L'eau partiellement déminéralisée est utilisée dans les domaines suivants:

Usage	Utilisation pour eau de boisson	Utilisation avec Optipress	Utilisation avec Optiflex
<ul style="list-style-type: none"> • Tours de refroidissement • Gastronomie (lave-vaisselle, cafetières) • Distributeurs de boissons • Installations de lavage de bouteilles 	✓	✓*	✗

* homologué uniquement avec des raccords et robinetteries en acier inoxydable

✓ utilisation: oui

✗ utilisation: non

4.2.3 Déminéralisation complète

4.2.3.1 Principe de fonctionnement

Tous les ions dans l'eau sont enlevés par au moins 2 résines échangeuses d'ions (1 échangeur de cations et 1 échangeur d'anions). L'échangeur de cations fortement acide remplace tous les cations par des ions d'hydrogène (H⁺) et transforme les sels en acides libres. Un pulvérisateur fait passer cette eau acide par un échangeur d'anions fortement alcalin. Les acides minéraux se transforment ainsi en eau.

Lorsque l'échangeur de cations et l'échangeur d'anions sont mélangés dans un lit filtrant, on parle de lit mélangeur. Les installations à déminéralisation complète et à lit mélangeur ne peuvent, en règle générale, pas être régénérées sur place. Elles sont fournies sous forme de cartouches de déminéralisation complète, selon un système d'échange ou de location. La résine épuisée est désagrégée en usine dans des stations de régénération et régénérée avec des réactifs, pour être ensuite désinfectée puis remplie dans des cartouches.

Pour les installations stationnaires à capacité plus élevée, chaque échangeur de cations et d'anions est rempli dans un réservoir sous pression. L'eau traverse ensuite successivement les deux colonnes échangeuses. La régénération de l'échangeur de cations s'opère sur place avec un acide dilué, p. ex. de l'acide chlorhydrique, celle de l'échangeur d'anions avec une base diluée, p. ex. de la soude caustique. Comme filtre de sécurité, on peut par la suite commander encore une cartouche lit mélangeur. Pour ce procédé, le personnel de service et les équipements de sécurité doivent répondre à des exigences de sécurité élevée.

Degré d'adoucissement	Adoucissement pratiquement complet
Teneur totale en sel	< 0.01 mmol/l (réduite)
Conductivité	< 0.2 µS/cm (abaissée)
Valeur pH	> 7 (alcaline)

Tab. 8: Propriétés d'une eau entièrement déminéralisée

4.2.3.2 Domaines d'utilisation

L'eau entièrement déminéralisée est utilisée dans les domaines suivants:

Usage	Utilisation pour eau de boisson	Utilisation avec Optipress	Utilisation avec Optiflex
<ul style="list-style-type: none"> • Laboratoire • Domaine pharmaceutique • Galvanoplastie • Imprimerie • Climatiseurs • Electronique • Industrie optique 	x	✓*	x

* homologué uniquement avec des raccords et robinetteries en acier inoxydable

✓ utilisation: oui

x utilisation: non



Les produits Nussbaum ne conviennent pas pour des utilisations ultrapures ou le transport de fluides devant répondre à des exigences de pureté élevée (p. ex. eaux ultrapures ou gaz médicaux).

4.2.4 Electrodéionisation

4.2.4.1 Principe de fonctionnement

Lors d'une électrodéionisation se produit une déminéralisation complète qui fait intervenir un échange d'ions et une électrodialyse. Avant la déminéralisation complète par électrodéionisation, des étapes préliminaires permettent de préparer l'eau brute par filtration et osmose inverse.

Degré d'adoucissement	env. 99 %
Teneur totale en sel	Réduite
Conductivité	< 0.1 µS/cm (abaissée)

Tab. 9: Propriétés d'une eau déionisée

4.2.4.2 Domaines d'utilisation

L'eau déionisée est utilisée dans les domaines suivants:

Usage	Utilisation pour eau de boisson	Utilisation avec Optipress	Utilisation avec Optiflex
<ul style="list-style-type: none"> • Laboratoire • Domaine pharmaceutique • Galvanoplastie • Santé • Fabrication de produits cosmétiques • Fabrication de modules photovoltaïques • Eau de rinçage et technique de surface 	x	✓*	x

* homologué uniquement avec des raccords et robinetteries en acier inoxydable

✓ utilisation: oui

x utilisation: non



Les produits Nussbaum ne conviennent pas pour des utilisations ultrapures ou le transport de fluides devant répondre à des exigences de pureté élevée (p. ex. eaux ultrapures ou gaz médicaux).

4.3 Technologie des membranes

4.3.1 Principe de fonctionnement

La filtration par charbon actif sert à éliminer des substances odorantes et aromatisantes, des métaux lourds, de la poussière et des produits chimiques.

Dans ce procédé, le charbon actif a une grande surface, ce qui présente un risque élevé de contamination bactérienne.

La filtration par surface permet de retenir des matières solides par une fine couche filtrante à plat. La séparation s'opère surtout mécaniquement. Il existe un procédé spécial de filtration par surface qui fait intervenir une membrane. La microfiltration, ultrafiltration et nanofiltration ne se distinguent dans leur fonctionnement que par la taille des pores de la membrane. Plus les pores sont petits, plus la différence de pression applicable doit être grande pour faire passer l'eau à travers la membrane.

La microfiltration, ultrafiltration et nanofiltration servent à filtrer des particules dont les tailles sont à l'échelle du nanomètre. On arrive à filtrer l'eau avec une telle finesse qu'elle est pratiquement exempte de matières solides.

Les virus et pesticides sont éliminés surtout avec des modules d'ultrafiltration.

4.3.2 Domaines d'utilisation de la filtration par charbon actif

Usage	Utilisation pour eau de boisson	Utilisation avec Optipress	Utilisation avec Optiflex
<ul style="list-style-type: none"> • Approvisionnement en eau propre • Elimination de matières à l'état de traces 	✓	✓	✓

✓ utilisation: oui

4.3.3 Domaines d'utilisation de la microfiltration, ultrafiltration et nanofiltration

Type de filtration	Gran-deur de particule	Usage	Remarques	Utilisation pour eau de boisson
Microfiltration	≥ 100 nm	<ul style="list-style-type: none"> • Technologies alimentaires • Domaine pharmaceutique • Traitement des eaux usées • Préfiltre pour osmose inverse • Filtres pour installation domestique 	Filtration grossière par membrane	✓
Ultrafiltration	≤ 10 nm	<ul style="list-style-type: none"> • Domaine pharmaceutique • Traitement de l'eau de boisson 	Elimine aussi les plus petits microorganismes tels que les virus (diamètre > 100 nm), agit comme barrière contre une infection bactérienne ou virale. Est considérée comme technologie de l'avenir dans le traitement de l'eau souterraine et de l'eau de source polluée par pénétration des eaux de surface.	✓
Nanofiltration	≤ 1 nm	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement des eaux usées issues de la production industrielle 	Elimine des éléments chimiques tels que résidus de médicaments, humines, sulfates, agents de dureté, matières organiques à l'état de traces (pesticides) et métaux lourds	✗

✓ utilisation: oui

✗ utilisation: non



Les produits Nussbaum ne conviennent pas pour des utilisations ultrapures ou le transport de fluides devant répondre à des exigences de pureté élevée (p. ex. eaux ultrapures ou gaz médicaux).

4.3.4 Osmose inverse

4.3.4.1 Principe de fonctionnement

L'osmose repose sur une loi fondamentale de la nature selon laquelle deux états différents recherchent toujours l'équilibre. Lorsque 2 solutions salines et de concentration différente sont séparées par une membrane semi-perméable (membrane qui ne laisse passer que de l'eau), la solution à teneur en sel plus élevée laissera entrer de l'eau de la solution à teneur en sel plus faible jusqu'à ce que la teneur en sel soit en équilibre des deux côtés de la membrane. Plus la différence de concentration entre les deux solutions est élevée, plus grande sera la force pour établir un équilibre. Cette force est connue sous le nom de pression osmotique.

Dans l'osmose inverse, une pression mécanique fait passer l'eau dans le sens inverse de la diffusion normale, par une membrane semi-perméable à pores ultrafins. Il s'agit là d'un processus de séparation moléculaire. Toutes les substances nocives et étrangères sont retenues, et on obtient une eau pratiquement 100 % pure.

Pour produire un courant d'eau qui s'oppose à la pression osmotique, il faut utiliser une énergie sous forme de pression mécanique.

Degré d'adoucissement	env. 98 %
Teneur totale en sel	< 0.8 mmol/l (réduite)
Conductivité	10 µS/cm (abaissée)

Tab. 10: Propriétés d'une eau osmosée

4.3.4.2 Domaines d'utilisation

L'eau osmotique est utilisée dans les domaines suivants:

Usage	Utilisation pour eau de boisson	Utilisation avec Optipress	Utilisation avec Optiflex
<ul style="list-style-type: none"> Laboratoire Domaine pharmaceutique Santé Fabrication de produits cosmétiques Eau de rinçage et technique de surface Fabrication de modules photovoltaïques 	✓*	✓**	✗

* utile seulement dans des situations exceptionnelles, p. ex. en haute mer ou dans des régions sans installations de traitement de l'eau

** homologué uniquement avec des raccords et robinetteries en acier inoxydable

✓ utilisation: oui

✗ utilisation: non



Les produits Nussbaum ne conviennent pas pour des utilisations ultrapures ou le transport de fluides devant répondre à des exigences de pureté élevée (p. ex. eaux ultrapures ou gaz médicaux).

4.4 Procédés physiques

4.4.1 Principe de fonctionnement

Ce qui est caractéristique des procédés physiques de traitement de l'eau, c'est que la composition chimique de l'eau reste inchangée. Les agents de dureté et les carbonates ne sont pas extraits de l'eau, ils sont tout juste empêchés de se déposer dans des endroits gênants.

Procédé	Principe de fonctionnement	Remarques
Aimants	Des champs électriques ou magnétiques changent la structure calcaire et empêchent la formation de dépôts de calcaire.	–
Convertisseur anti-tartre	Le procédé repose sur le principe de la formation de germes cristallins. Le convertisseur anti-tartre fonctionne avec une surface spéciale déposée sur un petit granulat céramique. Au contact de l'eau de boisson avec cette surface céramique, des «germes cristallins» se forment de manière naturelle. Or, le calcaire dissout dans l'eau s'agglutine de préférence autour de ces cristaux de calcaire. Le restant est par la suite rincé hors du réseau de distribution lors d'un soutirage, et il n'y a donc pas de formation de dépôt.	–
Electrophysique	Le procédé a une incidence directe sur le rapport calcaire/acide carbonique. Cet effet ne nécessite pas de substances auxiliaires ou additionnelles. Des paires d'électrodes incitent le calcaire à former des cristaux. Comme les cristaux perdent leur capacité à se fixer sur les tuyaux, l'eau les emporte tous hors de l'installation. Des minéraux importants restent cependant dans l'eau.	Un degré d'efficacité de jusqu'à 30 % a été établi
Avec du CO ₂ CalcFree	Une quantité minimale de CO ₂ est ajoutée à l'eau, ceci en fonction du degré de dureté, de la température et de la consommation d'eau. Le calcaire demeure dissous dans l'eau et ne se dépose plus. Dans l'eau chaude, l'équilibre entre calcaire et acide carbonique peut être maintenu jusqu'à une température de 90 °C.	Un surdosage de CO ₂ permet même de désagréger lentement le tartre incrusté. L'équilibre entre calcaire et acide carbonique se règle de manière minimale dans la plage excédentaire de CO ₂ . Le CO ₂ présent en quantité excédentaire est agressif et peut désagréger le calcaire, mais il peut aussi corroder les conduites de cuivre et les raccords en bronze.

Propriétés de l'eau:

- Pas de changement dans sa composition
- Le calcaire qu'elle contient est maintenu dans la solution par cristallisation.

4.4.2 Domaines d'utilisation

L'eau traitée par des procédés physiques est utilisée dans les domaines suivants:

Usage	Utilisation pour eau de boisson	Utilisation avec Optipress	Utilisation avec Optiflex
<ul style="list-style-type: none"> • Traitement de l'eau de boisson dans des maisons unifamiliales et plurifamiliales 	✓	✓	✓

✓ utilisation: oui

4.5 Irradiation aux UV

4.5.1 Principe de fonctionnement

L'exposition à des rayons de lumière ultraviolette est utilisée principalement comme procédé de désinfection. Leur effet repose sur l'endommagement du génome des microorganismes. Cela leur fait perdre leur capacité à se diviser. Les germes ne peuvent alors plus se multiplier.

Avantages:

- Désinfection sans formation de produits secondaires et sans utilisation de produits chimiques
- Sans altération de l'odeur ni du goût de l'eau de boisson

Désavantages:

- Le procédé aux rayons UV ne protège pas le réseau. Pour empêcher qu'il y ait à nouveau une contamination bactérienne dans le réseau, il faut que l'eau soit biologiquement stable ou il faut prévoir une protection supplémentaire du réseau (chlore, dioxyde de chlore).
- L'irradiation aux UV doit atteindre directement les microorganismes. L'eau ne doit pas être trouble, au risque de voir les microorganismes protégés par des ombres.

4.5.2 Domaines d'utilisation

L'eau traitée par l'irradiation aux UV est utilisée dans les domaines suivants:

Usage	Utilisation pour eau de boisson	Utilisation avec Optipress	Utilisation avec Optiflex
<ul style="list-style-type: none"> • Traitement de l'eau de boisson dans la distribution d'eau • Traitement des eaux usées 	✓	✓	✓

✓ utilisation: oui

4.6 Procédés ésotériques

Un certain nombre de besoins individuels spécifiques sont couverts par des procédés dits ésotériques et rituels. Leur utilité n'est pas attestée par la science classique, et leur utilisation est laissée à la discrétion de l'utilisateur.

Ces procédés ne présentent en général pas de risques pour la santé dans la mesure où une contamination de l'eau par des bactéries reste exclue.

Lors d'une inoculation par des eaux provenant de sources spéciales, il faut toutefois veiller à ce que celles-ci soient parfaitement hygiéniques afin d'éviter des risques potentiels pour la santé.

4.7 Comparaison des paramètres chimiques physiques dans des eaux traitées

Certains procédés de traitement de l'eau ont pour effet de changer la composition de l'eau comparée à l'eau brute. La part des ions de magnésium, de calcium et de sodium ainsi que des carbonates et autres sels change selon le traitement de l'eau. Ces changements ont aussi une incidence sur la conductivité de l'eau, que l'on détermine par le nombre d'ions qui s'y déplacent librement.

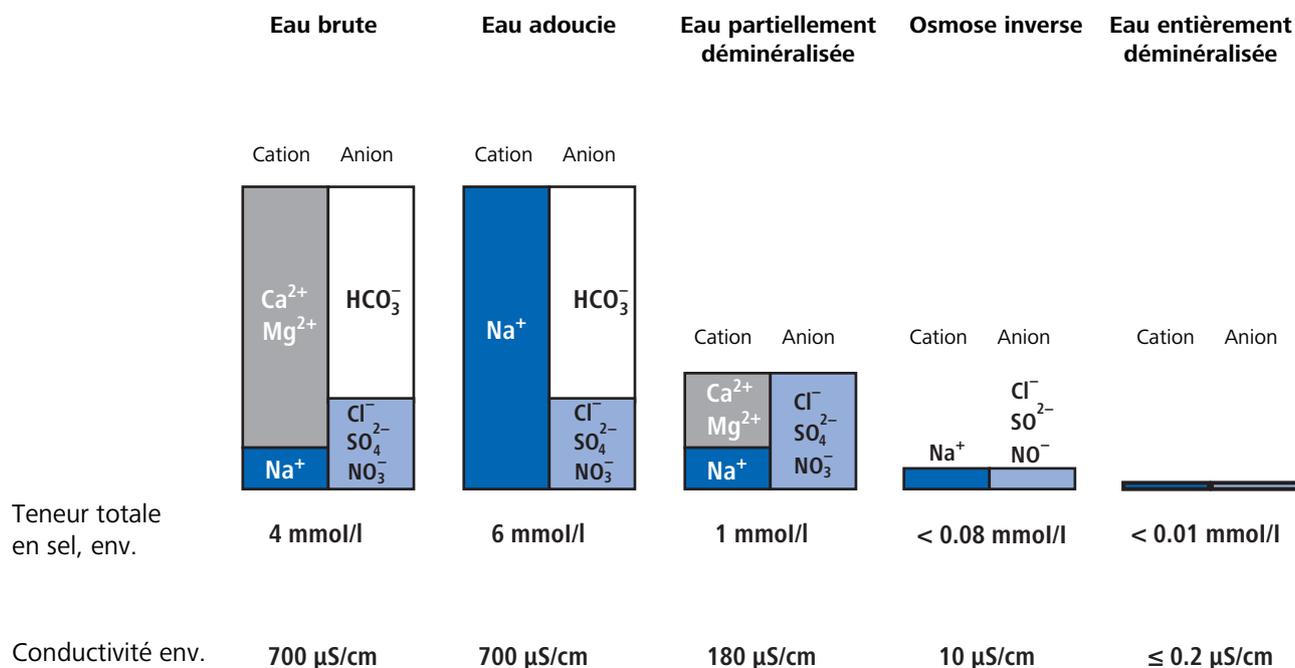


Fig. 4: Comparaison des paramètres chimiques physiques dans des eaux traitées

5 Produits Nussbaum mis en œuvre

5.1 Optiarmatur

5.1.1 Eau de boisson

Les robinetteries Optiarmatur sont généralement conçues et certifiées pour la réalisation d'installations d'eau de boisson en conformité avec la directive W3 de la SVGW. La directive inclut aussi l'eau froide et l'eau chaude adoucies.

Valeurs limites et matériaux		
Température max.	[°C]	Conformément à la fiche technique correspondante
Pression max.	[kPa] (bar)	1600 (16)
Fluide		Eau de boisson selon le Manuel suisse des denrées alimentaires
Matériau		<ul style="list-style-type: none"> • Acier inoxydable 1.4401 • Bronze CC499K/CC246E
Joint		EPDM
Remarques et restrictions		<ul style="list-style-type: none"> • Il est conseillé de monter un filtre fin après le compteur d'eau. • Une fois qu'elle est terminée, l'installation tout entière doit être rincée selon la directive SVGW W3.
Utilisations spéciales		Agrément pour les installations de la protection civile après contrôle par l'Office fédéral de la protection de la population OFPP. Pour les installations de la protection civile, tenir compte des Instructions techniques «IT Chocs» (instructions techniques concernant la résistance aux chocs des éléments montés dans les constructions de protection civile).

Tab. 11: Utilisation d'Optiarmatur dans les installations d'eau de boisson

5.1.2 Eau ayant fait l'objet d'un traitement ultérieur

Valeurs limites et matériaux		
Température max.	[°C]	Conformément à la fiche technique correspondante
Pression max.	[kPa] (bar)	1600 (16)
Fluide		Eau adoucie
Matériau		<ul style="list-style-type: none"> • Acier inoxydable • bronze
Joint		EPDM

Tab. 12: Utilisation d'Optiarmatur avec une eau adoucie

Valeurs limites et matériaux		
Température max.	[°C]	Conformément à la fiche technique correspondante
Pression max.	[kPa] (bar)	1600 (16)
Fluide		Eau partiellement déminéralisée (décarbonatée), complètement déminéralisée, déionisée, et eau osmosée et distillée
Matériau		Acier inoxydable
Joint		EPDM

Tab. 13: Utilisation d'Optiarmatur avec de l'eau partiellement déminéralisée (décarbonatée), complètement déminéralisée, déionisée, ainsi qu'avec de l'eau osmosée et distillée

5.2 Optipress-Aquaplus

5.2.1 Eau de boisson

Le système Optipress-Aquaplus est conçu et certifié pour la réalisation d'installations d'eau de boisson en conformité avec la directive SVGW W3. La directive inclut aussi l'eau froide et l'eau chaude adoucies. (☞ «Eaux traitées», page 21).

Valeurs limites et matériaux		
Température max.	[°C]	95
Pression max. (contrainte continue)	[kPa] (bar)	1600 (16)
Fluide		Eau de boisson selon l'ordonnance du EDI (OPBD)
Matériau raccord		<ul style="list-style-type: none"> Acier inoxydable 1.4401 Bronze CC499K/CC246E
Joint		EPDM
Qualité tuyau		<ul style="list-style-type: none"> Acier inoxydable 1.4521 Acier inoxydable 1.4401/1.4404
Remarques et restrictions		<ul style="list-style-type: none"> Mesures à prendre pour garantir la résistance à la corrosion. Il est conseillé de monter un filtre fin juste après le compteur d'eau. Après le premier remplissage, l'installation tout entière doit être rincée selon la directive SVGW W3.
Utilisations spéciales		Agrément pour les installations de la protection civile après contrôle par l'Office fédéral de la protection de la population OFPP. Pour les installations de la protection civile, tenir compte de l'IT Chocs 1995 «Instructions techniques concernant la résistance aux chocs des éléments montés dans les constructions de protection civile».

Tab. 14: Utilisation des raccords, joints et tuyaux Optipress-Aquaplus pour des installations d'eau de boisson

5.2.2 Eaux traitées

Valeurs limites et matériaux		
Température max.	[°C]	110
Pression max.	[kPa] (bar)	1600 (16)
Fluide		Eau adoucie
Matériau raccord		<ul style="list-style-type: none"> Acier inoxydable 1.4401 Bronze CC499K/CC246E
Joint		EPDM
Qualité tuyau		<ul style="list-style-type: none"> Acier inoxydable 1.4521 Acier inoxydable 1.4520 Acier inoxydable 1.4401/1.4404
Remarques et restrictions		Durant l'adoucissement de l'eau, il faut mêler à l'eau totalement adoucie de l'eau non traitée issue de l'alimentation en eau afin de régler une dureté résiduelle appropriée et de s'assurer que la concentration de sodium dans l'eau de boisson fournie ne dépasse pas la valeur de 200 mg/l (directive UE 98/83).

Tab. 15: Utilisation de raccords, joints et tuyaux Optipress-Aquaplus avec de l'eau adoucie.

Valeurs limites et matériaux		
Température max.	[°C]	110
Pression max.	[kPa] (bar)	1600 (16)
Fluide		Eau partiellement déminéralisée (décarbonatée), complètement déminéralisée, déionisée, et eau osmosée et distillée
Matériau raccord		Acier inoxydable 1.4401
Joint		EPDM
Qualité tuyau		<ul style="list-style-type: none"> Acier inoxydable 1.4521 Acier inoxydable 1.4520 Acier inoxydable 1.4401/1.4404

Tab. 16: Utilisation de raccords, joints et tuyaux Optipress-Aquaplus avec de l'eau partiellement dessalée (décarbonatée), complètement dessalée, déionisée, ainsi qu'avec de l'eau osmosée et distillée

5.3 Optiflex

5.3.1 Eau de boisson

Optiflex est conçu et homologué pour la réalisation d'installations d'eau de boisson conformément à la directive SVGW W3.

Valeurs limites et matériaux		
Température max.	[°C]	70
Pression max.	[kPa] (bar)	1000 (10)
Fluide		Eau de boisson selon le Manuel suisse des denrées alimentaires
Type de raccord		<ul style="list-style-type: none"> Optiflex-Profix Optiflex-Flowpress
Matériau raccord		Bronze CC499K/CC246E
Joint		EPDM
Qualité tuyau		<ul style="list-style-type: none"> Synthétique souple PE-Xc/PB/PE-RT Synthétique/métallique rigide PE-Xc/Al/PE-Xc et PE-RT/Al/PE-RT

Tab. 17: Utilisation de composants de système Optiflex dans les installations d'eau de boisson

5.3.2 Eaux traitées

Valeurs limites et matériaux		
Température max.	[°C]	70
Pression max.	[kPa] (bar)	1000 (10)
Fluide		Eau adoucie
Type de raccord		<ul style="list-style-type: none"> Optiflex-Profix Optiflex-Flowpress
Matériau raccord		Bronze CC499K/CC246E
Joint		EPDM
Matériau tuyau		<ul style="list-style-type: none"> Synthétique souple PE-Xc/PB/PE-RT Synthétique/métallique rigide PE-Xc/Al/PE-Xc et PE-RT/Al/PE-RT

Tab. 18: Utilisation des composants de système Optiflex pour eaux traitées



Les raccords, joints et tuyaux Optiflex **ne sont pas autorisés** pour une utilisation avec une eau partiellement dessalée (décarbonatée), complètement dessalée, déionisée, et pas non plus pour une eau osmosée et distillée.



Si on utilise uniquement la pièce intermédiaire Optiflex-Profix 85135 en acier inoxydable, les installations Optiflex sont **autorisées** aussi pour une eau partiellement dessalée (décarbonatée), complètement dessalée, déionisée, et une eau osmosée et distillée.

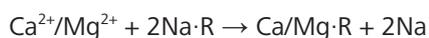
6 Adoucisseur d'eau

Pour le traitement ultérieur de l'eau de boisson, l'adoucissement avec des échangeurs d'ions est un procédé souvent utilisé. Ce procédé est utilisé aussi par les adoucisseurs d'eau Aqua Pro-Vita de Nussbaum 19051/19053.

6.1 Principe de fonctionnement

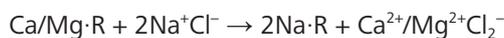
L'échange d'ions permet de traiter efficacement l'eau. Les porteurs de charge électriques dissous dans l'eau sont enlevés ou remplacés. L'eau est ainsi rendue utile à l'usage auquel elle est destinée. L'échange d'ions est utilisé, entre autres, pour l'adoucissement de l'eau. Les ions de calcium et de magnésium (agents de dureté) associés à l'hydrogénocarbonate sont extraits de l'eau et remplacés par des ions de sodium. Les composés de sodium sont plus solubles que les composés de calcium et de magnésium et ne forment pas de résidus difficilement solubles. Ce processus est réversible, à savoir que la résine échangeuse d'ions peut être régénérée par rinçage avec une solution concentrée de chlorure de sodium.

L'eau dure traverse l'échangeur d'ions:



R = Résine échangeuse d'ions

La résine échangeuse d'ions est régénérée par une solution concentrée de chlorure de sodium (NaCl):



R = Résine échangeuse d'ions

L'eau adoucie a la même teneur en sel, la même concentration en carbonates et pratiquement la même conductivité que l'eau dure. Au lieu des hydrogénocarbonates de calcium et de magnésium difficilement solubles, elle contient toutefois de l'hydrogénocarbonate de sodium, qui ne précipite pas comme le calcaire.

L'échangeur de cations fortement acide est constitué d'un granulat dont les grains sont en forme de billes d'une taille entre 0.2 et 1.2 mm.

Pour l'adoucissement, on utilise actuellement aussi une résine échangeuse d'ions monodisperses avec des billes de taille parfaitement uniforme d'env. 0.5 mm. L'uniformité de la taille des grains se traduit par une surface spécifique plus grande, des chemins de diffusion plus courts et une vitesse d'échanges plus élevée. On obtient une meilleure exploitation de la capacité, ce qui permet de réduire les besoins en produits de régénération et d'améliorer le comportement de rinçage.

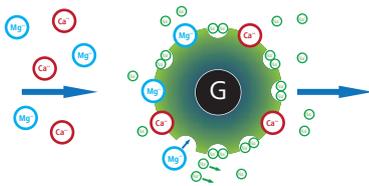
Les adoucisseurs d'eau Aqua Pro-Vita de Nussbaum 19051/19053 contiennent de la résine échangeuse d'ions monodisperses.

La capacité d'absorption de la résine échangeuse d'ions dépend de sa quantité et de la dureté totale de l'eau brute. Dès que tous les ions de sodium ont été remplacés par des ions de calcium et de magnésium, la résine échangeuse d'ions est épuisée.

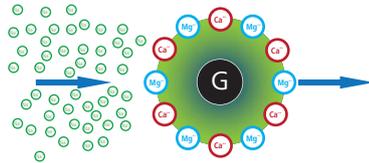
Paramètres importants pour le procédé d'échanges d'ions:

- 1 litre de résine échangeuse d'ions adoucit 5 m³ (5000 l) d'eau de 1 °fH.
- Lors de l'adoucissement, pour chaque 1° fH/0.1 mmol, 4.6 mg/l de sodium sont émis.

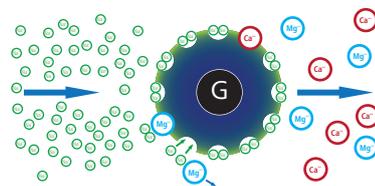
6.1.1 Représentation schématique de l'échange d'ions



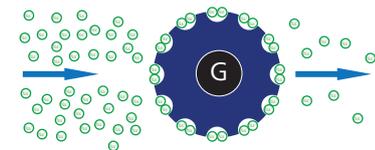
Le magnésium et le calcium entrent en contact avec la résine échangeuse d'ions (G), tandis que le sodium est écarté et que le magnésium et le calcium sont absorbés.



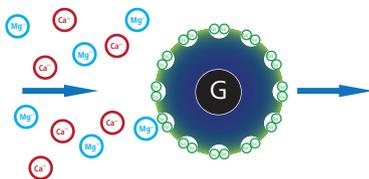
L'installation est épuisée, et la régénération est enclenchée. A cette fin, une saumure (chlorure de sodium) est injectée sur la résine échangeuse d'ions épuisée (G).



Des ions sodium entrent en contact avec la résine échangeuse d'ions (G). Du fait de la concentration élevée de sodium, les autres cations sont repoussés.



La régénération de la résine échangeuse d'ions (G) est terminée. Après le rinçage qui élimine l'excès d'ions de sodium, l'installation est à nouveau opérationnelle.



La résine échangeuse d'ions (G) peut à nouveau absorber des ions de calcium et de magnésium.

6.2 Informations pour définir la valeur d'adoucissement de l'eau

Saumure:

- Consommation de sel pour régénérer 1 l de résine = 120 g NaCl
- Saturation maximale de saumure (absorption de NaCl dans un litre d'eau à 20 °C) = 359 g NaCl



La durée de saturation dépend de la pression, de la température et du mouillage du sel. La saturation maximale de la saumure est atteinte après 10 à 12 heures environ.

Capacité de la résine utilisée

Le calcul de la capacité permet de savoir combien de résine il faut (V_{glo}) pour adoucir de l'eau, ainsi que la quantité en litres d'eau que peut traiter l'adoucisseur jusqu'à épuisement de la résine.

- 1 litre de résine peut traiter 5000 litres d'eau brute et adoucir de 1 °fH.

Exemple de calcul pour définir la valeur d'adoucissement de l'eau:

Situation de départ:

Consommation d'eau dans un ménage de 4 personnes = V_{tot} [l/d]

Moyenne de la consommation d'eau par personne et par jour = 142 l/d

Degré de dureté de l'eau brute = 35 °fH

Dureté résiduelle désirée = 8 °fH

Il s'ensuit une réduction du degré de dureté de 27 °fH

Δ °fH = 27



Selon EN 14743, une régénération doit être réalisée au plus tard après 4 jours.

$$\frac{V_{\text{tot}} \times 4 \times \Delta^{\circ}\text{fH}}{5000 \text{ l}} = V_{\text{glo}} \text{ [l]}$$

$$V_{\text{tot}} \text{ par jour} = 4 \times 142 \text{ l} = 568 \text{ l/jour}$$

$$V_{\text{tot}} \text{ par jour} \times 4 \text{ jours} \times \Delta^{\circ}\text{fH} = 568 \text{ l} \times 4 \times 27 = 61\,344 \text{ l}$$

$$V_{\text{glo}} = \frac{61\,344 \text{ l (eau)}}{\frac{5000 \text{ l (eau)}}{1 \text{ l (résine)}}} = 12.3 \text{ l (résine)}$$

La quantité de résine (V_{glo}) équivaut à **12.3 l**.

L'adoucisseur d'eau Aquapro-Vita Compact 10 (19051) avec 10 litres de résine garantit une exploitation optimale avec un cycle de régénération de 3.3 jours. Il faut cependant aussi prendre en compte la perte de charge lors du débit de pointe dans l'adoucisseur d'eau. On a en outre l'assurance que la résine est complètement épuisée pour le cycle de régénération indiqué et qu'elle ne doit pas faire l'objet d'une régénération forcée et anticipée après 4 jours.

6.2.1 Outils de Nussbaum

Nussbaum met à disposition en ligne 2 outils sous www.nussbaum.ch/outils. Pour les **immeubles résidentiels**, un outil pour régler les adoucisseurs d'eau, et pour les **immeubles spéciaux**, un formulaire permettant de faire une demande à Nussbaum pour définir le type d'adoucisseur d'eau.

DIMENSIONNEMENT D'ADOUCEUR POUR USAGE RÉSIDENTIEL

A l'aide de cet outil, vous pouvez déterminer le type d'adoucisseur Nussbaum qu'il vous faut. Le dimensionnement nécessite de connaître quelques paramètres.

TYPE DE DIMENSIONNEMENT:

Dimensionnement simple Dimensionnement expert

PARAMÈTRES DE SAISIE

Dureté de l'eau brut [?] [°fH] ou [°dH]

Dureté résiduelle désirée [?] 8 [°fH] ou 4.5 [°dH]

Consommation d'eau [?] [m³/an] ou [Personnes]

NOMBRE DE CONSOMMATEURS DANS L'OBJET

Réservoir de chasse WC, distributeur de boissons, lave-vaisselle domestique [Nombre]

Lavabo, bidet [Nombre]

Lave linge domestique, robinet de puisage balcon [Nombre]

Douche, évier, lavoir [Nombre]

Chasse d'eau d'urinoir automatique [Nombre]

Baignoire [Nombre]

REFERENZ

Referenz:

CALCULER LE TYPE D'ADOUCEUR D'EAU

Fig. 5: Outil pour définir le type d'adoucisseur d'eau de Nussbaum

6.3 Prescriptions légales et recommandations pour l'adoucissement de l'eau

- Pour l'adoucissement de l'eau de boisson, il convient de s'assurer que la concentration de sodium ne dépasse pas la valeur de 200 mg/l (directive UE 98/83).
- La dureté résiduelle ne devrait pas être réglée trop bas. La SVGW recommande une dureté résiduelle de 7 à 15 °fH (voir fiche technique SVGW W10027, chapitre 9).

6.4 Recommandations de Nussbaum pour le réglage de la dureté résiduelle

En standard, la dureté résiduelle est réglée à 8 °fH.



Si les tuyaux sont en cuivre, une eau adoucie peut causer des corrosions. C'est pourquoi on ne devrait pas adoucir à moins de 15 °fH.



Pour les installations galvanisées, la dureté résiduelle ne devrait pas être réglée trop bas, afin que puissent se former ou être préservées les couches protectrices de calcaire qui tapissent l'intérieur des tuyaux. Nussbaum recommande 15 °fH.

6.5 Contrôle de la teneur en sodium dans les installations d'eau de boisson

Lors de l'adoucissement avec des échangeurs d'ions, la concentration de sodium dans l'eau de boisson augmente. La valeur de 200 mg/l (directive EU 98/83) ne doit dans ce cas pas être dépassée. Lorsque la concentration de sodium est supérieure, il faut ajouter de l'eau de boisson non traitée pour respecter la valeur limite.

Les calculs suivants permettent de déterminer le réglage de la dureté résiduelle et la teneur totale en sodium.

6.5.1 Déduction de la consommation de sodium par °fH

Pour le calcul des quantités de substances chimiques, on utilise la mole, qui correspond à l'unité de base SI.

Une mole contient env. 6.022×10^{23} particules. Ce nombre est défini de telle manière que 12 g de carbone correspondent exactement à une mole.

Autrement dit, 1 mole d'une substance indiquée en grammes a la même valeur numérique que la masse atomique de la substance dans l'unité de masse atomique (u). (La masse atomique du carbone est de 12 u.)

Désignation	Symbole/formule	Quantité de matières	Masse en moles
		[mol]	[g]
Calcium	Ca	1	40
Carbone	C	1	12
Oxygène	O	1	16
Sodium	Na	1	23
Carbonate de calcaire	CaCO ₃	1	100

Tab. 19: Masses en moles de divers éléments et liaisons chimiques

Une dureté totale de 10 mg/l (dureté en calcium et magnésium) correspond par définition à un degré de dureté français (1 °fH),  «Conversion des unités de dureté de l'eau», page 8.

10 mg/l de CaCO₃ correspondent à 0.1 mmol/l de CaCO₃

Il en résulte que:

0.1 mmol/l de CaCO₃ correspond à 1 °fH.

Pour équilibrer les charges d'un ion de calcium (Ca²⁺), il faut 2 ions de sodium (Na⁺), c.-à-d. que pour remplacer 0.1 mmol/l de Ca²⁺, il faut 0.2 mmol/l ou 4.6 mg/l de Na⁺.

Il en résulte que:

Pour remplacer 1 °fH, il faut env. 4.6 mg/l de Na⁺.

6.5.2 Calcul du réglage de la dureté résiduelle

Lorsque la teneur en sodium dépasse la valeur limite de 200 mg/l (directive EU 98/83), cela se remarque au niveau du goût. Pour un adoucissement de l'eau de boisson, il faut donc avoir un robinet mélangeur qui permette d'assurer que la dureté résiduelle de l'eau adoucie puisse être réglée de telle sorte que la concentration de sodium dans l'eau de boisson ne dépasse pas la valeur maximale.

Pour le calcul de la dureté résiduelle, il faut tenir compte de la teneur en sodium et de la dureté de l'eau brute dans la distribution d'eau.

6.5.2.1 Exemple de calcul pour une teneur modérée en sodium dans la distribution d'eau

Situation de départ:

Teneur en sodium (part de base) = 11 mg/l

Dureté de l'eau = 35 °fH

Pour éliminer complètement la dureté (0 °fH) avec l'échangeur d'ions, il faut la quantité suivante de sodium:

4.6 mg/l Na pour chaque 1 °fH

$35 \times 4.6 \text{ mg/l Na} = 161 \text{ mg/l Na}$ (part de régénération)

Teneur totale en sodium (part de base + part de régénération) = 11 mg/l + 161 mg/l = **172 mg/l**

Même dans le cas de l'élimination complète de la dureté, la teneur en sodium reste inférieure à la valeur définie par la directive UE. Il n'est pas nécessaire d'ajouter de l'eau non traitée.

La dureté résiduelle peut être réglée de manière optimale entre 7 et 15 °fH.

6.5.2.2 Exemple de calcul pour une teneur élevée en sodium dans la distribution d'eau

Situation de départ:

Teneur en sodium (part de base) = 107 mg/l

Dureté de l'eau = 37.6 °fH

Pour éliminer complètement la dureté (0 °fH) avec l'échangeur d'ions, il faut la quantité suivante de sodium:

4.6 mg/l Na pour chaque 1 °fH

$37.6 \times 4.6 \text{ mg/l Na} = 173 \text{ mg/l Na}$ (part de régénération)

Teneur totale en sodium (part de base + part de régénération) = 107 mg/l + 173 mg/l = **280 mg/l**

La teneur en sodium dépasse de 80 mg/l la valeur maximale définie par la directive EU. Il est nécessaire d'ajouter de l'eau non traitée.

Si la teneur en sodium de l'eau brute dans la distribution d'eau ainsi que la teneur en sodium après l'échangeur d'ions sont connues, on peut, en partant de la teneur en sodium maximale admissible de 200 mg/l, calculer facilement les parts de débit dans la distribution d'eau et l'installation d'adoucissement, et ainsi définir le réglage de la dureté résiduelle.

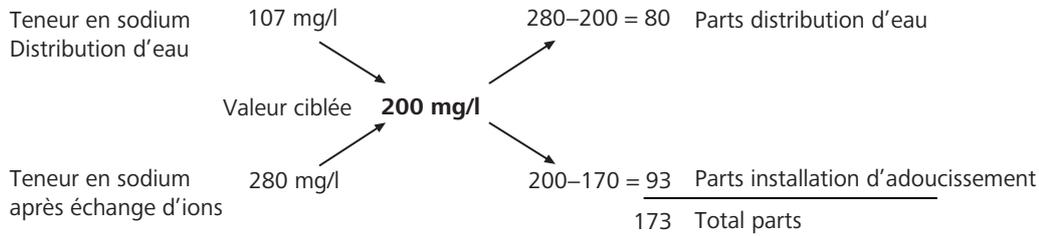
Calcul de la dureté résiduelle avec la croix des mélanges

Le calcul de la dureté résiduelle avec la croix des mélanges permet de déterminer aisément les parts de mélange et la dureté résiduelle à définir. Ce calcul repose sur le principe mathématique d'une équation à plusieurs inconnues de la forme:

$$c_1 \times V_1 + c_2 \times V_2 = c_3 (V_1 + V_2)$$

c = Teneur en sodium

V = Volume



Rapport distribution d'eau $\frac{80 \times 100 \%}{173} = 46.2 \%$ du débit

En ajoutant 46.2 % d'eau de boisson de la distribution d'eau, on obtient la dureté résiduelle suivante:

46.2 % de 37.6 °fH = **17.4 °fH**

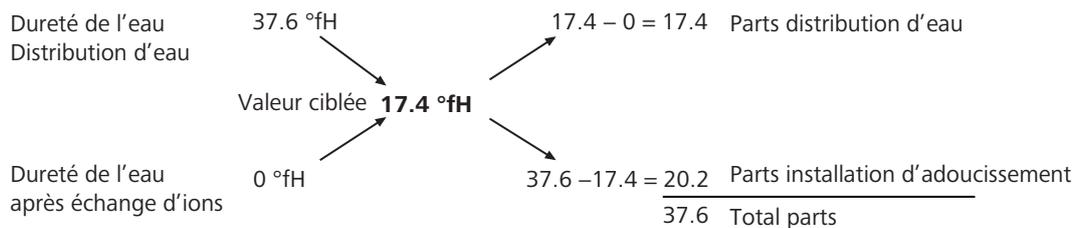
Calcul de la dureté résiduelle sur la base de l'excès de sodium

Dans le cas d'un excès de sodium de 80 mg/l et de 4.6 mg/l de Na par 1 °fH, on obtient la dureté résiduelle suivante:

80 mg/l ÷ 4.6 mg/l de Na par 1 °fH = **17.4 °fH**

Calcul des parts de débit

En partant d'un débit d'eau représentatif réglé pour l'immeuble en question, il faut, à l'aide d'un robinet mélangeur, ajouter autant d'eau de boisson non traitée issue de la distribution d'eau, jusqu'à ce que le robinet pour prise d'échantillon enregistre une dureté de l'eau de 17 à 18 °fH après l'adoucissement.



Rapport distribution d'eau $\frac{17.4 \times 100 \%}{37.6} = 46.2 \%$ du débit

Rapport installation d'adoucissement $\frac{20.2 \times 100 \%}{37.6} = 53.8 \%$ du débit

6.6 Endiguer la contamination bactérienne

Les microorganismes filtrés à la surface de la résine échangeuse d'ions peuvent proliférer dans le lit de résine et contaminer de ce fait l'installation. Leur prolifération peut être endiguée par des mesures simples:

- Adjonction de résine argentée (env. 1 %) à la résine échangeuse d'ions
- Choix d'un emplacement à température ambiante fraîche
- Cycles de régénération courts



Une solution saline saturée a une action antimicrobienne. C'est pourquoi Nussbaum recommande un cycle de régénération de 2 à 4 jours.

6.7 Emplacement

Une installation d'adoucissement doit être placée dans un lieu frais et à température constante. La température de l'eau de boisson ne doit pas dépasser les 25 °C.

6.8 Montage

Pour le montage d'une installation d'adoucissement, il convient de tenir compte des conditions et remarques suivantes:

- Les dispositions de la directive W3 de la SVGW s'appliquent.
- Seul un technicien sanitaire qualifié est habilité à la monter en respectant les prescriptions locales en matière de construction.
- Les composants doivent être facilement accessibles pour l'entretien et les contrôles.
- Les interruptions de la distribution d'eau lors de travaux de service doivent être évitées en contournant la distribution.
- Il faut prévoir des robinets pour prise d'échantillon avant et après l'installation d'adoucissement.
- L'installation doit être montée après une protection contre les retours d'eau, afin d'empêcher le retour de substances indésirables dans la conduite de branchement d'immeuble.
- Il faut tenir compte de la perte de charge.

6.9 Contrôles et entretien

Les installations d'adoucissement doivent être contrôlées régulièrement et conformément au droit suisse des denrées alimentaires et à la directive W3/C2 de la SVGW. Seules des personnes formées en conséquence sont habilitées à faire ce travail, à effectuer l'entretien et à documenter ces opérations.

C'est le propriétaire ou son mandataire qui est responsable d'une exploitation correcte. C'est à lui que revient de faire des autocontrôles, autrement dit à s'assurer qu'il répond à toutes les exigences du droit suisse des denrées alimentaires.

Pour toute information sur le concept d'autocontrôle de la directive W3/C4, se reporter au document Nussbaum «Thématiques hygiène de l'eau de boisson, ☞ Thématique 299.1.006.

6.9.1 Contrôles officiels

Les organes d'exécution du contrôle alimentaire officiel sont habilités à contrôler les installations d'adoucissement et la documentation s'y rapportant, ce dans des propriétés avec logements de location ou immeubles officiels. S'il y a lieu, ils peuvent demander que des modifications ou compléments soient ajoutés aux installations contrôlées.

7 Informations complémentaires

Pour la planification, l'exécution et la maintenance d'installations de Nussbaum, il convient de prendre en compte la documentation technique de Nussbaum.

Pour toute information sur les divers fluides et les solutions proposées par Nussbaum, se reporter aux documents «Applications et solutions» de Nussbaum et aux informations détaillées des systèmes Nussbaum dans les documents correspondants intitulés «Descriptif système».

