

LIVRE BLANC / RAPPORT D'INFORMATION SUR L'ADOUCISSEMENT DE L'EAU

Protection contre le calcaire : technologie EAF ou adoucisseur (sel) ?

Comparaison des technologies en termes d'efficacité, de santé, d'environnement, de coûts et d'utilisation.

RECOMMANDATION : TESTEZ-LE VOUS-MÊME

Avant de choisir une solution de protection contre le calcaire, vous devez absolument la tester vous-même dans votre environnement. Il est préférable de commencer par tester un appareil facile à installer sans intervention sur le système de canalisation.

Actuellement, vous pouvez par exemple tester gratuitement les appareils Aquazino (EAF) pendant 30 jours : www.tmcgroup.ch

Mode d'action et efficacité	2
Impact sur l'environnement	3
Impact sur la santé	4
Préservation et protection de la valeur	5
Coûts	6
Manipulation, législation	7
Quelle technologie convient ?	8
Sources	9

Aperçu

INTRODUCTION

Technologies anti-calcaire

L'eau dure et riche en minéraux est très répandue. Elle est bonne pour la santé en tant qu'eau potable, mais nocive pour le réseau de canalisations et les appareils fonctionnant à l'eau : à des températures élevées, les minéraux forment du carbonate de calcium, également appelé calcaire, qui se dépose sur toutes les surfaces où l'eau est chauffée ou s'évapore. Outre leurs effets esthétiques désagréables, tels que des taches sur la vaisselle ou des dépôts calcaires sur les robinets et les pommeaux de douche, les dépôts calcaires peuvent obstruer les tuyaux et nuire au transfert de chaleur des chauffe-eau, ce qui entraîne une augmentation des coûts énergétiques et de nettoyage.

Les dommages causés par le calcaire peuvent être évités soit en éliminant chimiquement les minéraux responsables de la formation de calcaire, tels que le calcium ou le magnésium, soit en modifiant ces particules de manière à ce qu'elles ne se déposent pas. Les installations à sel, appelées échangeurs d'ions, déminéralisent l'eau et entrent dans la première catégorie. Les échangeurs d'ions sont fréquemment utilisés dans les ménages privés depuis les années 1960. La technologie EAF (Electric Anti Fouling) appartient à la deuxième catégorie et a été développée comme alternative aux installations salines pour les applications industrielles les plus exigeantes. La technologie EAF a été perfectionnée ces dernières années et est ainsi devenue de plus en plus accessible aux particuliers.

Mode d'action et efficacité

	Technologie EAF	Procédé d'échange d'ions (système de détartrage)
Prouvé scientifiquement	oui ¹	oui
Mode d'action	Les appareils EAF génèrent un signal électrique alternatif robuste mais inoffensif de plus de 120 kHz (120 000 oscillations par seconde). Ce signal fait vibrer les ions des cristaux de calcaire durs et dentelés (calcite), qui se désagrègent et se transforment en amas de calcaire mous (aragonite) à la surface lisse. Ainsi, le calcaire n'adhère pas, mais est emporté par le courant ou simplement essuyé. Cette technologie fonctionne également avec de l'eau stagnante et dans l'ensemble du réseau de canalisations.	Les installations à sel déminéralisent, c'est-à-dire qu'elles éliminent chimiquement le calcium et le magnésium de l'eau. Les appareils sont équipés d'un récipient contenant une résine échangeuse dont les récepteurs sont occupés par du sodium. L'eau s'écoule à travers la résine échangeuse, les ions calcium et magnésium échangent leur place avec le sodium. Dès que la résine est saturée en ions calcium et magnésium, elle est rincée avec une solution fortement concentrée en cations monovalents, appelée saumure. Cette solution élimine le calcium et le magnésium des perles, puis la saumure est évacuée dans les eaux usées.
Efficacité	Plus de 48 études scientifiques ont démontré que la technologie EAF permettait de réduire les dépôts calcaires jusqu'à 95 %. ²	La modification chimique et l'adoucissement de l'eau sont facilement vérifiables par des tests en laboratoire et dépendent du réglage de l'installation de salage.
Conclusion	Les deux technologies protègent contre les dépôts calcaires. La technologie EAF modifie la structure du calcaire de manière à empêcher la formation de dépôts, tandis que les détartrants classiques éliminent chimiquement le calcaire de l'eau.	

¹www.eaf-technology.com

² Par exemple, International Communications in Heat and Mass Transfer, juillet 2001, 28(5) : 671-680 ([lien](#))

Impact sur l'environnement

Quel est l'impact des technologies et des appareils sur l'environnement ?

	Technologie EAF	Procédé d'échange d'ions (installation de détartrage)
Pollution des eaux usées et de l'environnement	Aucune	La saumure et le sel (environ 100 kg par an pour un ménage privé) se retrouvent dans les eaux usées, doivent être neutralisés à grands frais et polluent ainsi fortement les installations publiques de traitement des eaux usées et l'environnement ⁽³⁾ .
Consommation d'eau	Aucune	Le rinçage à contre-courant ou la régénération entraînent un gaspillage d'eau propre (par exemple, 5 000 à 7 000 litres d'eau par an pour un ménage privé).
Produits de rinçage/nettoyage	Besoins réduits de 50 % ⁴	Besoins réduits de 50
Arrosage des plantes et agriculture	Convient	Eau déminéralisée, non adapté ⁵
Conclusion	Ces deux technologies « adoucissent » l'eau, ce qui permet de réduire la quantité de détergent nécessaire. Avec la technologie EAF, l'eau reste chimiquement inchangée. Les échangeurs d'ions ont besoin de chlorure de sodium pour le processus chimique, qui se retrouve dans les eaux usées, et le rinçage à contre-courant pollue l'eau propre.	

³ Lee, G. J. ; Tijing, L. D. ; Pak, B. C. ; Baek, B. J. ; Cho, Y. I. Utilisation de matériaux catalytiques pour la réduction de l'encrassement minéral. *Int. Commun. Heat Mass Transfer* 2006, 33, 14-23.

⁴ Selon le rapport Battelle 2011, l'eau adoucie permet d'obtenir les mêmes résultats en utilisant jusqu'à 50 % moins de lessive, de produits d'entretien, de savon et de shampoing. Cela préserve l'environnement et permet de faire des économies.

⁵ Bureau of Reclamation. *Étude sur la salinité en Arizona centrale, phase II* ; 2006.

Influence sur la santé

Le calcaire n'est pas mauvais en soi. Il est composé de calcium et de magnésium. Ces deux minéraux sont essentiels pour le corps humain, notamment pour la formation des os. L'eau calcaire est donc même bonne pour la santé humaine.⁶

	Technologie EAF	Procédé d'échange d'ions (système de détartrage)
Minéraux essentiels à la vie, par exemple le calcium	sont conservés	Sont perdus, éliminés chimiquement de l'eau
Goût naturel de l'eau	Reste inchangé	Dégustation « plate » et fade en raison de la déminéralisation
Contamination par des bactéries et des germes	Aucune influence négative	Risque accru pour l'hygiène, le laboratoire cantonal de Thurgovie a constaté un doublement des germes dans 85 % des installations salines ⁷
Augmentation de la teneur en sel/chlorure de sodium dans l'eau	Non	Oui, particulièrement inadapté aux nourrissons, aux personnes souffrant d'hypertension ou de problèmes rénaux ⁸
Responsabilité du propriétaire	Non	Oui*
Conclusion	Les appareils EAF permettent de protéger l'eau contre le calcaire tout en préservant sa qualité sanitaire. Les adoucisseurs à sel entraînent une perte des minéraux et présentent des risques sanitaires accrus en raison de la concentration en chlorure de sodium et du manque d'hygiène.	

*Si des adoucisseurs sont installés dans le réseau de distribution d'eau des logements locatifs, le propriétaire est tenu, conformément à la loi sur les denrées alimentaires, de veiller à ce que l'eau potable ne soit pas altérée par l'adoucisseur.

⁶ K-Tipp 05/2022, [lien](#)

⁷ Dr Christoph Spinner, Laboratoire cantonal de Thurgovie

⁸ Office fédéral de la santé publique (OFSP), Procédés de traitement reconnus pour l'eau potable, 08/2010

Préservation de la valeur et protection

L'eau chauffée peut contenir moins de calcaire que l'eau froide. C'est pourquoi les problèmes liés à l'eau calcaire surviennent principalement lorsque l'eau est chauffée, vaporisée ou évaporée et que le calcaire se dépose. Cela entraîne des dommages aux installations sanitaires et aux appareils électriques, ainsi que des dépôts dans les canalisations.

	Technologie EAF	Procédé d'échange d'ions (installation de détartrage)
Revêtements de plaques, machines à laver, réservoirs de chasse d'eau, douches et machines à café	Réduction de l'entartrage	Réduction de l'entartrage
Effet sur les conduites	Pas de nouveaux dépôts, assainissement en douceur grâce à l'élimination des anciens dépôts	L'eau adoucie et « agressive » peut attaquer les canalisations, augmenter la corrosion des canalisations métalliques galvanisées et accroître le risque de rouille
Effort de nettoyage et de détartrage	Nettement réduits	Nettement réduits
Conclusion	Les deux technologies protègent contre les dommages causés par le calcaire. La technologie EAF peut éliminer les couches de calcaire existantes et protéger les tuyaux à long terme, tandis que l'eau adoucie chimiquement peut avoir un effet négatif sur la corrosion et la rouille.	

Coûts

Il convient de comparer les coûts d'acquisition et d'entretien des appareils anti-calcaire aux coûts et dommages causés par l'eau dure.

L'eau calcaire provoque

- Divers frais de réparation et d'entretien inutiles liés au calcaire
- Une réduction de la durée de vie des chauffe-eau et des appareils fonctionnant à l'eau (machine à café, bouilloire, lave-linge) pouvant atteindre 80 %.
- Des coûts de chauffage nettement plus élevés (un dépôt calcaire de seulement 1 mm dans la chaudière double les coûts énergétiques)⁹
- Un effort de nettoyage accru (par exemple, les parois de douche) et une usure accrue des produits de nettoyage/lessive

	Technologie EAF	Procédé d'échange d'ions (système de détartrage)
Coûts d'acquisition des appareils	Moyens (environ 2 000 à 2 500 CHF pour une maison individuelle)	Élevés (environ 3 000 à 4 000 CHF pour une maison individuelle)
Installation	Simple, sans intervention invasive dans le système de tuyauterie autour du tuyau principal	Coûteuse, intervention invasive, uniquement par un spécialiste
Coûts d'entretien	Faible consommation d'électricité, environ 15 CHF/an	Coûts du sel, de l'entretien et du contrôle selon la directive SVGW W3/E2, env. CHF 300-400 / an
Réparation des dégâts causés par le calcaire	moins	moins
Produits de nettoyage et lessives	50 % d'économies	50 % d'économies
Frais de chauffage / chaudière	Frais de chauffage et d'électricité réduits	Réduction des frais de chauffage et d'électricité
Conclusion	Les deux technologies permettent d'éviter les coûts supplémentaires liés aux dépôts calcaires. Sans frais de fonctionnement ni maintenance, la structure des coûts de la technologie EAF est plus attractive. Selon une étude de l'Arizona State University, la technologie EAF permet d'économiser 75 % des coûts par rapport à une installation au sel. ¹⁰	

⁹ Tijing, L.D. ; Lee, D.H. ; Kim, D.W. ; Cho, Y.I. ; Kim, C.S : Effect of high-frequency electric fields on calciumcarbonate scaling. Desalination, 2011

¹⁰ Évaluation des alternatives aux adoucisseurs d'eau à échange d'ions domestiques, 2014, Peter Fox, Ph.D., Arizona State University

Manipulation, législation

Outre l'installation et l'investissement initial, il convient également de tenir compte de facteurs pratiques au quotidien qui peuvent être importants dans le choix de la technologie.

	Technologie EAF	Procédé d'échange d'ions (système de détartrage)
Installation	Simple, sans modification structurelle du système de tuyauterie	Coûteux, intervention sur les conduites d'eau, uniquement par des spécialistes agréés
Obligation d'autorisation	Non	Oui, par le service des eaux compétent
Inspection	Aucune	Tous les deux mois conformément à la directive SVGW W3/E2 ¹¹
Entretien de routine	Aucun	Une fois par an, conformément à la SSIGE et à la législation suisse sur les denrées alimentaires, doit être contrôlé, entretenu et documenté par un spécialiste.
Contrôles officiels	Aucun	Les organes d'exécution du contrôle officiel des denrées alimentaires sont habilités à effectuer des contrôles dans les immeubles locatifs et les bâtiments publics équipés d'adoucisseurs d'eau et à exiger des modifications.
Encombrement	Minimal	Encombrement accru, emplacement frais et à température stable
Conclusion	Les appareils EAF sont beaucoup plus faciles à installer que les appareils de détartrage et ne nécessitent aucune autorisation légale ni aucun contrôle.	

Afin de réduire l'impact environnemental et d'améliorer la qualité des eaux usées pour la réutilisation de l'eau, certaines autorités ont déjà interdit l'utilisation d'installations de salage. On suppose que d'autres communes et pays suivront.¹²

¹¹ Directive W3/E2 d ; Exploitation et entretien des installations sanitaires, SSIGE, [lien](#)

¹² Évaluation des alternatives aux adoucisseurs d'eau à échange d'ions domestiques, 2014, Peter Fox, Ph.D., Arizona State University

Quelle technologie convient ?

Les deux technologies présentent des avantages et des inconvénients. Les installations au sel sont le premier choix pour les applications qui nécessitent de l'eau déminéralisée chimiquement : par exemple, la fabrication de médicaments, l'utilisation clinique à des fins de recherche, etc. Cependant, si l'eau est destinée à la consommation humaine ou animale ou à l'arrosage des plantes, les avantages de la technologie EAF l'emportent, notamment parce qu'elle est moins coûteuse et ne nuit pas à l'environnement.

Sources

Association suisse du gaz et des eaux / SGVG

Fiche technique Adoucisseurs – Échangeurs d'ions, W10027 d Édition juin 2015

[Lien](#)

Laboratoire cantonal de Thurgovie, annexe I

Mauvaise qualité de l'eau due aux adoucisseurs,

2017 [Lien](#)

OMS – Organisation mondiale de la santé (World Health Organization)

12. RISQUES POUR LA SANTÉ LIÉS À LA CONSOMMATION D'EAU DÉMINÉRALISÉE

[Lien](#)

EAF Technology Science Hub

[Lien](#)

ANNEXE I

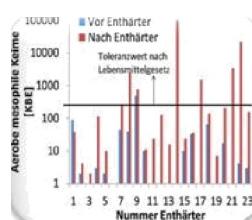
Laboratoire cantonal de Thurgovie

Lundi 13 mars 2017

Une eau de mauvaise qualité grâce à un adoucisseur

Depuis les années 1970, les adoucisseurs sont de plus en plus utilisés dans les ménages privés pour adoucir l'eau potable. Ces appareils permettent certes de réduire les travaux de nettoyage fastidieux dus aux dépôts calcaires, mais leur utilisation n'est pas toujours sans problème : l'eau adoucie peut accélérer la corrosion des tuyaux zingués et être contaminée par des micro-organismes.

Recherche Objectifs Méthodologie



Comme leur nom l'indique, les adoucisseurs réduisent la dureté de l'eau. La dureté totale de l'eau est déterminée par les ions calcium et magnésium qu'elle contient. Elle est exprimée, par exemple, en degrés français ($^{\circ}\text{fH}$). Les adoucisseurs ne font donc rien d'autre que remplacer le calcium et le magnésium par du sodium. Cela empêche la formation de dépôts (tels que le calcaire), car les sels de sodium restent dissous dans l'eau lorsqu'elle est chauffée. Cependant, cela a tendance à avoir un impact négatif sur la qualité de l'eau potable en tant que denrée alimentaire. En effet, le calcium est absorbé par le corps humain.

nécessaire à la formation osseuse. Le sodium, en revanche, augmente la tension artérielle lorsqu'il est consommé en grande quantité. En 2016, le laboratoire cantonal a examiné 23 adoucisseurs sélectionnés au hasard dans des maisons privées et des écoles. La pureté bactériologique et la composition chimique de l'eau potable ont été analysées avant et après le passage dans l'adoucisseur.

Échantillons et résultats

La bonne nouvelle* : les adoucisseurs réduisent très efficacement la dureté de l'eau. La mauvaise nouvelle : dans de nombreux appareils, l'eau est trop adoucie. Le test le révèle : la dureté totale de l'eau adoucie était inférieure à 15°fH dans 90 % des installations et même inférieure à 7°fH dans environ la moitié d'entre elles. L'eau douce, c'est-à-dire pauvre en calcaire, a généralement un degré de dureté d'environ 10 à 15°fH . Un adoucissement à environ 15°fH serait donc en principe suffisant pour éviter un entartrage excessif des robinets et des appareils. Il est compréhensible que l'installateur règle l'appareil sur une dureté résiduelle faible, car personne ne veut être accusé de vendre des appareils inefficaces. Mais le client en subit les inconvénients, tels que :

- une altération du goût de l'eau potable
- teneur élevée en sodium
- une corrosion accrue des conduites métalliques galvanisées (la rouille dans les conduites en est un indice).

Le test met en évidence un autre problème : dans 20 installations (85 %), le nombre de micro-organismes détectables (bactéries et champignons) dans l'eau potable a au moins doublé. Dans 6 des adoucisseurs (26 %), la valeur maximale légale pour les germes dans l'eau potable a même été dépassée de 3 à 600 fois. Ce résultat est préoccupant, car une augmentation du nombre de germes peut non seulement altérer le goût, mais aussi présenter un risque pour la santé.

Évaluation globale

En principe, l'eau potable ne doit être adoucie que si sa dureté est supérieure à 30°fH . Si l'eau potable est adoucie, l'appareil doit être réglé de manière à ce que l'eau conserve une dureté résiduelle d'environ 15°fH . Prévenez les problèmes de contamination bactérienne en plaçant l'adoucisseur dans un endroit aussi frais que possible, en achetant un appareil équipé d'un dispositif de désinfection intégré et en le faisant entretenir au moins une fois par an. Si des adoucisseurs sont installés dans le réseau de distribution d'eau des logements locatifs, le propriétaire est tenu, conformément à la loi sur les denrées alimentaires, de veiller à ce que l'adoucisseur n'ait pas d'effet néfaste sur l'eau potable.

