

**CRISTALLISATION DU CALCAIRE AVEC LA TECHNOLOGIE
NATURELLE EWO**

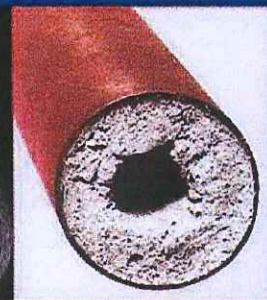
CALCITE



ARAGONITE



DIFFERENTES FORMES D'ENTARTRAGE



EFFICACITE DU DISPOSITIF EWO SUR LES DEPOTS DE CALCAIRE DANS LES CANALISATIONS DOMESTIQUES CAUSES PAR LA CRISTALLISATION DE L'ARAGONITE PAR RAPPORT A LA CALCITE

RAPPORT SCIENTIFIQUE

Dott. Marco Lelli, Prof. Elisabetta Foresti e Prof. Norberto Roveri

LE CALCAIRE

Les eaux riches en calcaire évaporent sous l'effet de la température en provoquant une accumulation progressive des carbonates de calcium (CaCO_3) ou du calcaire et du magnésium (Ca-MgCO_3) qui se déposent sur les surfaces en contact.

Ce phénomène peut entraîner des dégâts plus ou moins importants sur les installations, les canalisations et les appareils électroménagers.

Par ailleurs, l'accumulation du calcaire dans les canalisations domestiques nous oblige à augmenter notre consommation d'énergie pour le chauffage et la circulation de l'eau, ce qui déclenche des processus de vieillissement précoce des électroménagers d'utilisation quotidienne.

Même si ce problème de dépôt de calcaire concerne principalement les circuits hydrauliques de l'eau chaude, il est nécessaire dans les environnements domestiques de traiter non seulement l'eau du système de chauffage mais aussi toute l'eau utilisée tant pour sa propre consommation personnelle que pour l'usage domestique en général.

La tentative d'éviter la formation de calcaire dans les installations hydrauliques nous pousse à considérer principalement deux types de traitements :

- traitement de type chimique
- traitement de type physique

LE TRAITEMENT CHIMIQUE

Les traitements chimiques les plus utilisés sont ceux qui se basent sur l'abattement des ions à travers l'utilisation de résines à échange ionique ou ceux qui se basent sur le principe de l'osmose inverse.

Les installations avec résines (adoucisseurs) remplacent les cations et les anions à abattre (pour éviter le calcaire Ca^{2+} , Mg^{2+} et CO_3^{2-}) présents dans l'eau par d'autres plus appropriés durant le passage de l'eau à travers un support contenant des résines imprégnées de sel.

Les adoucisseurs sont généralement utilisés lorsque l'eau a une dureté supérieure à 25°F. Ce traitement est assez efficace mais peut présenter, s'il n'est pas effectué d'une manière appropriée, les inconvénients suivants :

- si les résines ne sont pas souvent désinfectées lors du passage de l'eau à travers la résine, des phénomènes d'enracinement de la flore bactérienne peuvent avoir lieu avec des répercussions négatives possibles sur la santé du consommateur.
- les résines doivent non seulement être souvent désinfectées mais doivent aussi être régénérées régulièrement avec le sel afin de garantir un bon fonctionnement.

En revanche, l'osmose inverse est une technique de filtrage qui permet de purifier l'eau et de la rendre plus saine pour l'usage alimentaire. Il s'agit d'un système de filtrage de l'eau qui exploite les membranes pour bloquer les cations contenus dans l'eau.

Les eaux adoucies chimiquement par le système décrit ci-dessus, même si elles contiennent une quantité inférieure d'ions calciums et de carbonate, ne permettent toutefois pas d'éviter totalement la formation de calcaire dans les canalisations et sur les serpentins réchauffeurs, mais ralentissent simplement leur formation dans le temps.

LE TRAITEMENT PHYSIQUE

Le traitement physique consiste généralement à utiliser un champ magnétique créé avec des aimants soit permanents soit temporaires.

Les effets du champ magnétique sur l'eau furent découverts en 1900 par le physicien danois Hendrick Antoon Lorenz qui reçut pour ses recherches le prix Nobel en 1902.

Les ions calciums et le carbonate contenus dans l'eau, après que celle-ci ait été soumise à l'action d'un champ magnétique, ne permettent pas la cristallisation de la calcite mais de l'aragonite principalement. L'aragonite représente une forme polymorphe du carbonate de calcium dont les cristaux ont une morphologie aciculaire et sont nettement plus petits que les cristaux de la calcite, qui se forme principalement lorsque l'eau n'est pas soumise à un champ magnétique.

La petite taille et la morphologie allongée des cristaux d'aragonite favorisent leur entraînement dans l'eau, empêchant ainsi leur accumulation à l'intérieur de la canalisation. De cette manière, on évite la formation de dépôts de calcaire nuisibles.

Par conséquent, à l'aide d'un appareil magnétique on peut contrôler la précipitation du carbonate de calcium sans ajouter de composés chimiques et permettre la consommation de l'eau telle quelle, sans altérer la quantité de minéraux et les propriétés organoleptiques.

Les avantages de l'utilisation d'un dispositif magnétique sont les suivants :

- aucune nécessité d'entretien grâce à l'ajout périodique de sels et de produits désinfectants;
- aucune altération des caractéristiques minérales et organoleptiques de l'eau potable;
- aucune consommation d'énergie électrique;
- aucun entretien et réparation des installations hydrauliques et électrodomestiques dus à l'accumulation du calcaire dans les canalisations.

DISPOSITIF EWO

Le dispositif EWO que nous avons testé représente une évolution dans le domaine des dispositifs magnétiques utilisés pour le traitement physique de l'eau, et présente quelques innovations comme la présence d'un tourbillon d'eau à l'intérieur, et la particularité d'être composé d'acier inox duplex magnétisé avec la polarisation Nord-Sud du champ magnétique terrestre.

Nos laboratoires ont analysé et caractérisé avec des techniques chimiques et physiques les incrustations de calcaire présentes dans les canalisations où l'eau s'écoulait après être passée par le dispositif EWO et les résultats ont été confrontés aux incrustations présentes dans les canalisations où s'écoulait la même eau avant de traverser le dispositif EWO.

TECHNIQUES EXPERIMENTALES

Caractérisation morphologique (SEM)

Caractérisation structurelle (DRX)

Détermination de la dureté (degrés français)

RESULTATS DES EXPERIMENTATIONS

Caractérisation morphologique (SEM)

Les données expérimentales obtenues se basent sur deux types de caractérisations.

Une première caractérisation morphologique a été effectuée sur le dépôt de calcaire obtenu après l'utilisation du dispositif EWO et avant le dispositif EWO.

Après l'utilisation du dispositif magnétique EWO on observe sur les images de Microscopie Electronique à Balayage reportées à la figure 1 une formation de cristaux aciculaires (caractéristiques de la morphologie de l'aragonite) de petites tailles d'une épaisseur moyenne de 1-3 microns et de 5-15 microns de long. En revanche, les cristaux qui se sont déposés sans avoir subi le traitement avec le dispositif magnétique EWO ont des dimensions nettement supérieures, et une morphologie compacte et massive en forme de parallélépipède (caractéristique de la morphologie de la calcite). La longueur et l'épaisseur de ces formations cristallines sont de l'ordre de 50-60 microns. De petits cristaux non aciculaires se trouvent sur la surface des gros amas cristallins.

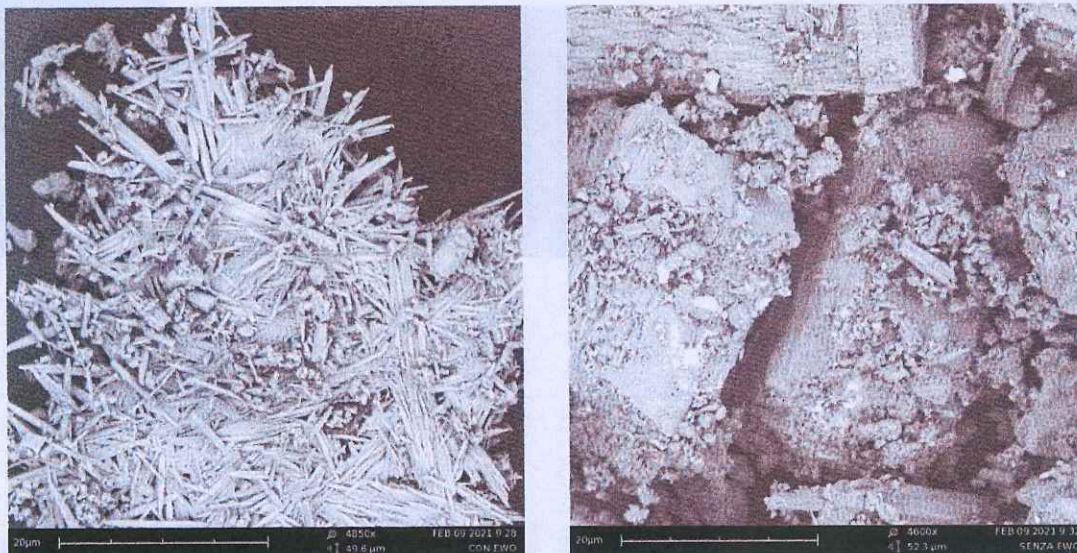


Figure 1: A gauche dépôt de calcaire après l'installation EWO, à droite dépôt de calcaire avant l'installation EWO

L'aspect qui apparaît encore plus évident est la compression de ces deux types de cristaux. En effet, après le traitement avec le dispositif EWO, les cristaux d'aragonite présents (indiqués par la flèche sur la figure 2a) apparaissent moins compacts par rapport à ces mêmes cristaux obtenus avant le traitement avec le dispositif EWO (comme l'indiquent les flèches sur la figure 2b).



Figure 2

Différente compression du calcaire après le passage à travers le dispositif magnétique EWO (A) et sans dispositif magnétique (B)

En effet, en l'absence de traitement avec le dispositif magnétique, on observe que l'aragonite est dans tous les cas présente dans le dépôt de calcaire, mais d'une manière plus compacte.

Caractérisation structurale (DRX)

Par la suite, des essais ont été réalisés avec la technique de Diffraction des rayons X et la méthode à poussières afin de déterminer la structure cristalline des deux dépôts de calcaire.

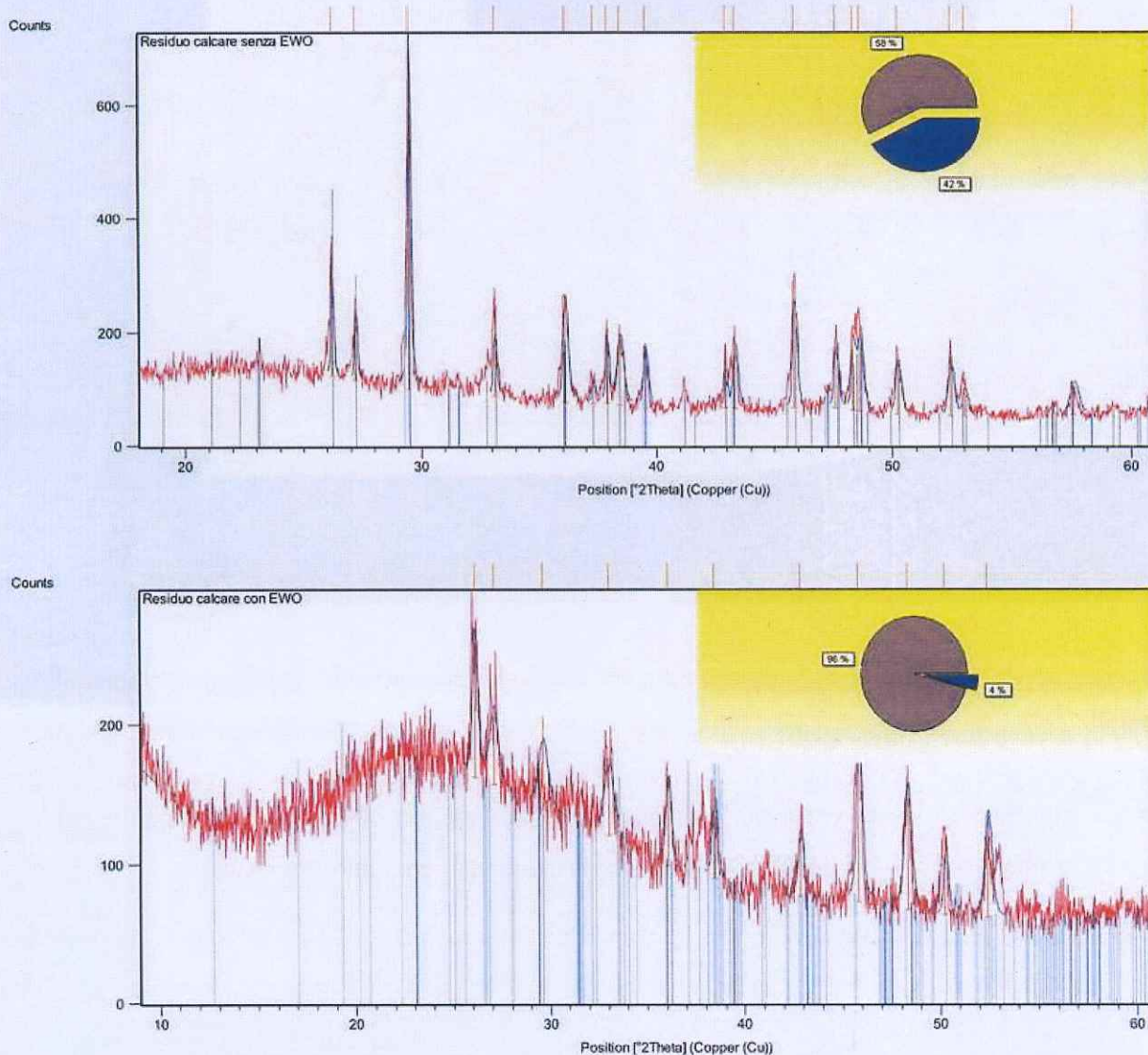


Figure 3

Diffractogramme de rayons x effectué sur le dépôt de calcaire après le dispositif EWO (en bas) et avant le dispositif EWO (en haut) (la phase d'Aragonite est reportée en gris, la phase de Calcite est reportée en bleu)

Les résultats obtenus montrent clairement qu'en l'absence de traitement avec le dispositif magnétique EWO, le calcaire est formé de deux phases cristallines de carbonate de calcium (calcite et aragonite) présentes dans le dépôt de calcaire selon le rapport : Calcite 42% et Aragonite 58%.

En revanche, après le traitement des eaux avec le dispositif magnétique EWO, on observe que le calcaire se forme à partir des deux mêmes phases citées précédemment (calcite et aragonite), mais que leur rapport est considérablement différent : Calcite 4 % et Aragonite 96%, outre une importante quantité de phase amorphe.

Par conséquent, il est évident que la présence d'un champ magnétique durant le passage de l'eau favorise la formation de l'aragonite, par rapport à la calcite.

Détermination de la dureté (degrés français)

On entend par dureté de l'eau une valeur qui exprime la teneur en ions calcium et magnésium (provenant de la présence de sels solubles dans l'eau).

Généralement, cette expression se réfère à la dureté totale; la dureté permanente exprime en revanche la quantité de cations restés dans la solution après l'ébullition prolongée, alors que la dureté temporaire, obtenue de la différence entre les précédentes duretés, exprime essentiellement la quantité d'hydrogénocarbonates.

La procédure analytique permettant de déterminer cette valeur se base sur la titration complexométrique des ions calcium et magnésium, dissous dans l'échantillon tamponné à pH 10, avec une solution de sel disodique de l'acide (EDTA) en présence d'ériochrome T comme indicateur.

Par conséquent, la dureté de l'eau a été déterminée avant et après le traitement avec le dispositif magnétique EWO et on a pu observer que les deux valeurs se différencient très peu, 31 ± 2 degrés français avant le traitement et 28 ± 2 degrés français après le traitement avec le dispositif EWO.

CONCLUSIONS

Cette étude a permis d'observer que le traitement de l'eau avec le dispositif magnétique EWO ne modifie pas d'une manière appréciable la dureté de l'eau qui garde sa teneur minérale, mais produit un effet important sur la cristallisation du calcaire dans les canalisations d'eau. Modifications importantes tant au niveau morphologique que structurel.

En effet, les images SEM montrent qu'un traitement avec le dispositif EWO favorise principalement la formation d'aragonite par rapport à la calcite. Par ailleurs, ces dépôts de calcaire peu étendus indiquent une agrégation différente des cristaux d'aragonite qui peuvent facilement être éliminés du flux de l'eau en raison de leurs petites dimensions et leur morphologie aciculaire. Ces conditions déterminent probablement des accumulations de calcaire moins importantes, et certainement moins massives, sur les parois internes des canalisations.

Par conséquent, l'utilisation du dispositif magnétique EWO permet d'éviter la formation de dépôts de calcaire à l'intérieur des canalisations d'eau sans modifier la composition chimique de l'eau, qui garde par conséquent la même composition ionique.

Bologne, le 08.04.2011