



## Réduction des coûts énergétiques grâce à la surveillance en ligne de la qualité de l'eau

Conformément aux normes VDI 2035 / WÜ 100 (TRD 611) / DIN EN 12952-7  
Chefs de produit : Michael Bukowski, Petra Strobach (ingénieur diplômée)



2013

**La surveillance de la qualité de l'eau est un premier pas important de la diminution des coûts énergétiques dans tout site utilisant des chaudières à vapeur ou des installations de chauffage.**



Les chaudières à vapeur modernes tirent des bénéfices d'une surveillance de la qualité de l'eau.

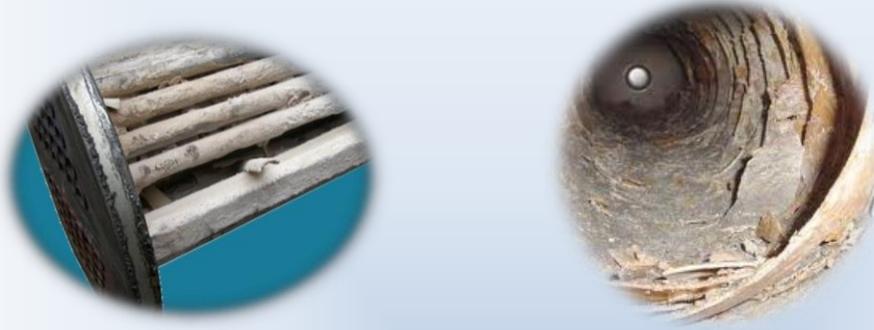
De nouveaux relevés ont montré qu'un meilleur contrôle de paramètres tels que la dureté de l'eau, la dureté carbonate et la conductibilité grâce à une surveillance en ligne des équipements liés à la qualité de l'eau permet d'économiser chaque année plusieurs milliers d'euros sur l'énergie et les périodes de défaillance.

La surveillance de la qualité de l'eau peut aussi augmenter de façon importante la durée de vie d'une chaudière à vapeur ou à gaz, ce qui génère également des économies significatives sur les équipements et les investissements.

Pratiquement tous les sites qui recourent à la production de chaleur par transfert énergétique (par exemple les usines équipées de chaudières à vapeur ou d'installations de chauffage ou encore les tours de réfrigération ouvertes ou fermées) sont très exposés à de forts coûts d'exploitation à cause des dépôts de calcaire.

### Comment les dépôts de calcaire apparaissent-ils ?

Les métaux alcalinoterreux (calcium, magnésium) présents dans l'eau ainsi que les acides carboniques qui y sont liés forment un précipité lorsque la température de l'eau augmente. Ceci provoque d'importants dépôts de calcaire, notamment dans les systèmes à eau chaude.



D'un point de vue chimique, le calcaire est composé de carbonate de calcium. Le réchauffement de l'eau chasse les acides carboniques qui maintiennent les sels en solution : l'équilibre calcocarbonique est rompu. Ceci aboutit à une précipitation du calcaire.

### Quelles sont les conséquences des dépôts de calcaire ?

De très petites quantités de dépôts de calcaire suffisent à diminuer la transmission de la chaleur. En soi, ceci constitue déjà un facteur important d'augmentation des coûts énergétiques. Si les dépôts de calcaire sont plus importants, le métal peut même surchauffer par endroits, ce qui favorise la formation de fissures.

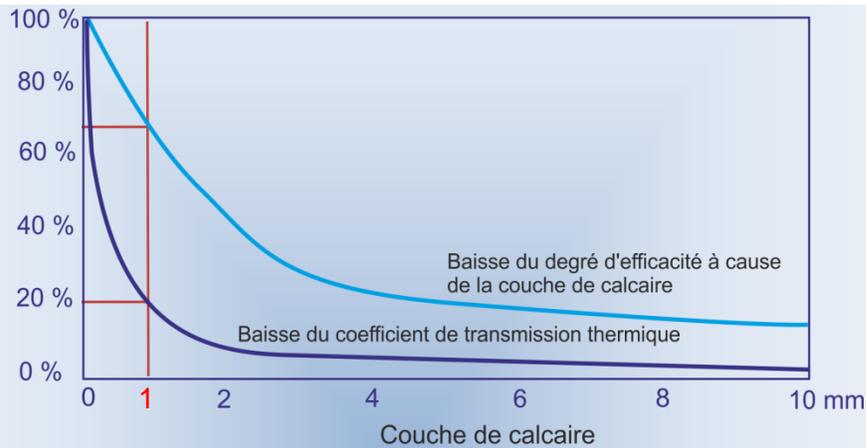
Aussi agrégats tels que par exemple les pompes sont plus sollicitées. La diminution du diamètre des conduites génère une plus grande résistance au courant à l'intérieur de la tuyauterie (les valeurs du  $k_{vs}$  augmentent). Ceci aggrave l'augmentation des coûts énergétiques et des frais consécutifs.



Prenez l'exemple suivant :

Une couche de dépôt calcaire d'une épaisseur de 1,0 mm diminue les coefficients de transmission thermique des échangeurs de chaleur à plaques ou tubulaires allant jusqu'à 80%. Ceci entraîne une **diminution de la transmission de la chaleur pouvant atteindre 30%**. Même une couche de dépôt calcaire apparemment insignifiante de seulement 1 mm d'épaisseur peut en fin de compte **provoquer une augmentation des coûts énergétiques de 12% au maximum**.

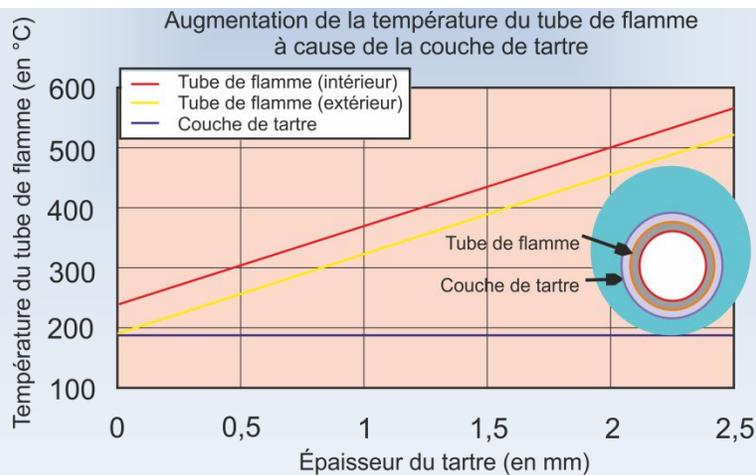
**Graphique 1 : pertes énergétiques liées aux dépôts de calcaire**



Rendement et coefficient de transmission thermique de l'échangeur de chaleur par rapport à l'entartrément

**Source :** Verein Deutscher Ingenieure (Union des ingénieurs allemands), directive 2035

**Graphique 2 : pertes énergétiques liées aux dépôts de calcaire**



**Conditions utilisées pour le calcul ci-dessus**

Épaisseur de la paroi du tube de flamme	12 mm
Longueur du tube de flamme	4 000 mm
Conductivité thermique du tube de flamme	50 W/mk
Diamètre du tube de flamme	1 200 mm
Puissance de la chaudière	6 MW
Conductivité thermique du tartre	1,5 W/mk
Température de l'eau	180 °C
Densité du flux thermique	env. 200 kW/m <sup>2</sup>
Proportion de la performance thermique assurée par le tube de flamme	50%

**Source :** WIKIMEDIA

## Formation de dépôts dans les installations équipées de chaudières à vapeur, sans surveillance de l'eau d'alimentation ni de l'eau contenue dans la chaudière

Avec les paramètres d'exploitation indiqués ci-dessous et avec une dureté de l'eau d'alimentation constante de seulement **0,1°dH = 1,8 g/m<sup>3</sup>** de CaCO<sub>3</sub>, environ 90 kg de CaCO<sub>3</sub> (calcaire) se déposent chaque année dans les chaudières sur environ 300 m<sup>2</sup> de surface de chauffe. Dès la première année, une couche de calcaire d'environ 0,12 mm d'épaisseur peut se former.

Même cette petite quantité suffit à provoquer des pertes substantielles de transmission de la chaleur et des pertes énergétiques significatives. Par rapport aux dépenses énergétiques globales, celles-ci correspondent à environ 2% de surcoût.

**Pour un prix du fioul ou du gaz de 4 centimes/kWh, cela représente environ 3 880 € de surcoût par an.**

Exemple pour une chaudière à vapeur d'environ 15 t/h :

Récupération du condensat (45%)	6,75 m <sup>3</sup> /h
Réapprovisionnement en eau d'alimentation (55%)	8,25 m <sup>3</sup> /h [total 49 500 m <sup>3</sup> /an]
Heures de fonctionnement	6 000 h/an
Dureté de l'eau	0,1°dH = 1,8 g/m <sup>3</sup> CaCO <sub>3</sub>
Surface de chauffe	300 m <sup>2</sup>

Des pics de dureté avec des valeurs plus élevées provoquent une augmentation significative des coûts énergétiques :



Dureté de l'eau	Dépôts de calcaire/an	Surcoût énergétique*
0,1°dH	0,12 mm	3 880 €/an
0,5°dH	0,5 mm	9 700 €/an
1,0°dH	1,0 m	19 400 €/an

\* pour un prix du fioul ou du gaz de 4 centimes/kWh

La surveillance de l'eau d'alimentation des chaudières à vapeur ou des installations de chauffage avec le **Testomat 2000®** de Gebrüder Heyl, **certifié conforme à la nouvelle norme TÜV WÜ 100 pour les chaudières à vapeur**, empêchera ces dépenses énergétiques supplémentaires.



L'achat d'un **Testomat 2000®** est amorti dès la fin de la première année.



L'achat de l'appareil de surveillance des seuils pour générateurs de vapeur **Testomat 808®**, conforme à la norme DIN EN 12952-7, est amorti encore plus rapidement !

## Y a-t-il d'autres effets sur la performance des chaudières à vapeur ou des installations de chauffage ?

La dureté de l'eau provoque des surcoûts énergétiques non seulement à cause des dépôts de calcaire, mais aussi en raison d'une combinaison d'autres facteurs qui peut conduire à des encroûtements encore plus graves.

Les silicates, les sulfates et le phosphate de calcium contenus dans l'eau d'alimentation peuvent tous provoquer des dépôts sur les surfaces d'échange thermique. La présence d'une quantité plus élevée de ces éléments dans l'eau d'alimentation des producteurs de chaleur par transfert d'énergie peut occasionner des coûts annuels allant jusqu'à 15 000 €. Si l'arrivée de ces matières vient s'ajouter à des dépôts de calcaire, les coûts liés à la déperdition énergétique, à l'entartrage et aux autres préjudices potentiels pour la chaudière et les autres équipements peuvent être très élevés.

La déperdition énergétique liée aux dépôts de carbonate de calcium, de sulfate et de phosphate de calcium :



Couche de 1 mm	Déperdition énergétique	Consommation en fioul ou gaz
Carbonate de calcium	~ 11,00%	533 m <sup>3</sup> /a
Sulfates	~ 9,00%	436 m <sup>3</sup> /a
Phosphate de calcium	~ 4,50%	218 m <sup>3</sup> /a

## Quels sont les effets des périodes de défaillance des chaudières à vapeur ou des installations de chauffage sur les autres frais d'exploitation ?

Les périodes de défaillance des installations sont un facteur de coûts important et jouent un rôle essentiel dans la décision de mieux surveiller la qualité de l'eau grâce à un appareil d'analyse en ligne. Les installations ou les équipements doivent être éteints pour le nettoyage obligatoire de la chaudière. Ceci se produit plus souvent si la dureté de l'eau a provoqué une augmentation des dépôts de calcaire. Les exploitants et techniciens d'usine peuvent fortement réduire ces coûts en surveillant la dureté de l'eau à l'aide d'un **Testomat 2000**<sup>®</sup> dans les chaufferies ou d'un **Testomat 808**<sup>®</sup> pour les petites installations de production de vapeur.



Périodes de défaillance	Fréquence	Jours/an	Chute de la production*
Sans surveillance dureté	Environ 2-3 fois/an	Environ 8-12	Environ 10 000 à 70 000 €
Surveillance de la dureté	1 fois/an	Environ 4	Environ 5 300 €

\* en se fondant sur une chaudière à vapeur saturée de 15 t pour l'utilisation industrielle

⇒ Notre **Testomat 2000**<sup>®</sup> contrôle votre eau d'alimentation et de condensation conformément à la directive **TÜV WÜ 100** actuellement en vigueur afin de vérifier sa dureté dans votre chaudière à vapeur ou à bois. Il contribue ainsi à optimiser la rentabilité de votre site.

### Y a-t-il d'autres facteurs importants pour la maintenance des chaudières à vapeur ou des installations de chauffage et qui doivent donc être surveillés ?

Lors de la production de vapeur, les sels dilués restent dans l'eau et augmentent la concentration de sel dans l'eau de la chaudière.

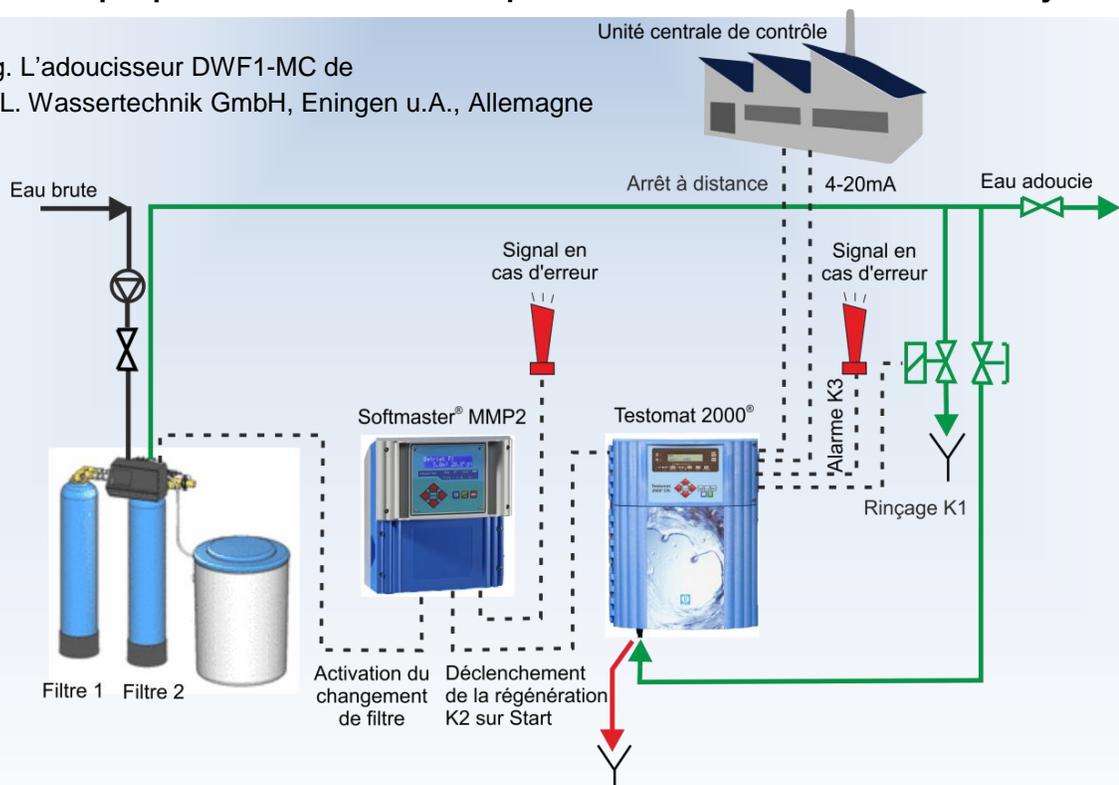
Cette hausse accélère la formation de croûtes solides, ce qui diminue la transmission de la chaleur et peut provoquer la corrosion de la chaudière et l'apparition de mousse. Cette mousse peut être emportée avec la vapeur et causer des dommages sérieux aux composants situés en aval.

### En quoi les instruments de la société Gebrüder Heyl peuvent-ils vous aider à contrôler la qualité de vos chaudières à vapeur ou de vos installations de chauffage ?

Le **Testomat 2000**<sup>®</sup> analyse la dureté de l'eau d'alimentation en fonction du volume ou du temps. En cas de dépassement de la dureté maximale, le **Testomat 2000**<sup>®</sup> envoie un signal à notre poste de contrôle **Softmaster**<sup>®</sup> **MMP2**. Le **Softmaster**<sup>®</sup> **MMP2** active alors le changement de filtre et déclenche la régénération du filtre utilisé. Les deux appareils disposent de sorties de signal d'alarme pour les événements imprévus (par exemple faible pression d'eau ou faible capacité du filtre). Celles-ci peuvent envoyer simultanément des signaux à l'unité centrale de contrôle ou au système de gestion technique du bâtiment via une interface de 4-20 mA.

**Graphique 3 : surveillance de la qualité de l'eau à l'aide de Gebrüder Heyl**

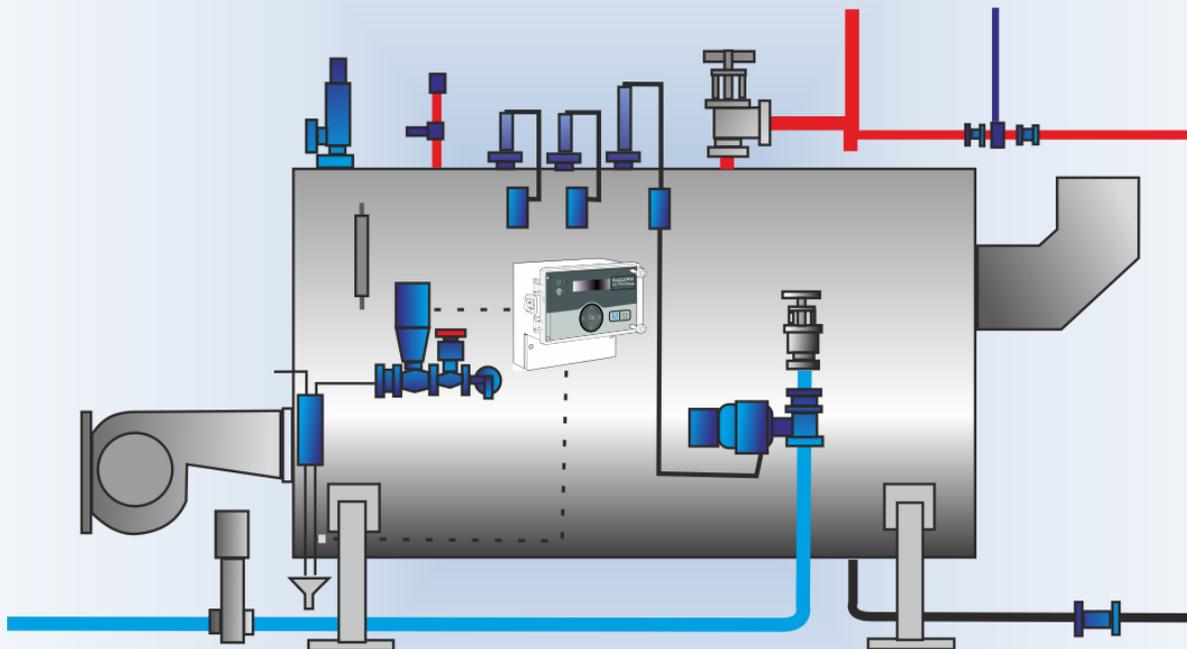
© Fig. L'adoucisseur DWF1-MC de W.A.L. Wassertechnik GmbH, Eningen u.A., Allemagne





Afin d'éviter la corrosion par le sel, la conductibilité de l'eau d'alimentation est contrôlée par l'appareil de surveillance **EcoControl EC Dos Desalt**. L'**EcoControl EC Dos Desalt** déclenche le dessalement de l'eau de la chaudière en cas de concentration de sel élevée et, si nécessaire, l'ajout d'eau afin de maintenir la quantité de sel au bon niveau.

**Graphique 4 : surveillance de l'eau de la chaudière avec l'EcoControl EC Dos**



### **Comment le processus de traitement de l'eau peut-il être amélioré par des appareils d'analyse en ligne ?**

Les exploitants et les techniciens d'usine peuvent améliorer l'efficacité du processus d'adoucissement de l'eau grâce à une surveillance constante de la qualité de l'eau. La surveillance de qualité de l'eau permet aux exploitants de savoir si le processus de régénération s'exécute correctement, la qualité de la résine est suffisante et si les agents conditionneurs de régénération sont suffisantes et disponibles dans la consistance correcte.

L'utilisation combinée du **Testomat 2000®**, du **Softmaster®MMP2** et de l'**EcoControl EC Dos Desalt** conduit à moins de perte d'eau, moins de consommation de sel et moins de frais énergétiques grâce à des besoins réduits.

## Quelles entreprises peuvent-elles économiser des coûts énergétiques grâce à la surveillance de la qualité de l'eau à l'aide d'appareils d'analyse en ligne ?

Ce sont par exemple des entreprises qui utilisent des chaudières à basse pression :



boulangeries



sites de traitement de la viande



production de vapeur dans l'industrie alimentaire



blanchisseries

Les chaudières à haute pression sont fabriquées avec une grande contenance et une pression de service fiable située entre 1 et 25 bars. Cette technologie est utilisée par des entreprises des branches suivantes :



industrie alimentaire et des boissons (brasseries, laiteries)



industrie de la cellulose et du papier



industrie chimique



industrie pharmaceutique



industrie du bâtiment

## Source :

Verein Deutscher Ingenieure (Union des ingénieurs allemands), directive 2035

## Contact

Heyl France Sarl  
Techniparc  
9 Rue d'Alembert  
91240 Saint Michel sur Orge  
France

Téléphone : +33 (0) 1 69 46 17 17  
Fax : +33 (0) 1 69 46 17 40  
E-mail : [info@hey-france.fr](mailto:info@hey-france.fr)  
Site Web : [www.hey-france.fr](http://www.hey-france.fr)

Gebrüder Heyl Analystechnik GmbH & Co. KG  
Orleansstr. 75 b  
31135 Hildesheim  
Allemagne

Téléphone : +49 5121 28 933-29  
Fax : +49 5121 28 933-67  
E-mail : [bukowski@hey.de](mailto:bukowski@hey.de)  
Site Web : [www.hey.de](http://www.hey.de)

