

Ces dernières années, les chaudières de nouvelle génération ont vu leur rendement et leur compacité augmenter. Cette évolution s'est toutefois accompagnée d'une augmentation de certains cas de pathologies moins fréquemment (ou jamais) observés par le passé. Cet article présente deux cas de pathologies examinés à la suite d'interventions de remplacement d'une ancienne chaudière atmosphérique par une nouvelle chaudière à condensation à chambre de combustion fermée.

## Des chaudières modernes qui consomment moins et qui prennent moins de place engendrent-elles moins de problèmes ?

### Problèmes d'humidité le long des conduits de fumée existants et manque de tirage

Le remplacement d'une ancienne chaudière par une chaudière moderne induit notamment une température de fumée plus faible dans le conduit d'évacuation des produits de combustion. La température des fumées à la sortie de la chaudière passe ainsi de 200 °C, ou plus, à 120 °C, voire moins encore dans le cas de chaudières à condensation où la fumée peut atteindre 40 à 50 °C.

Si la nouvelle chaudière est raccordée à un conduit de fumée existant (non isolé), le risque de condensation dans ce conduit est important. Lorsque la cheminée n'est pas tubée, cette condensation peut entraîner l'apparition de taches d'humidité dans les parachèvements intérieurs, et ce, le long du conduit de fumée et, préférentiellement, dans la partie supérieure de ce dernier (là où la température des fumées est plus faible) (voir figures 1 et 2).

Les quantités de condensats potentiellement produits dans un conduit de fumée

dépendent notamment du débit de fumée, de la température de celle-ci à la sortie de la chaudière, ainsi que du refroidissement dans le conduit. Ce dernier paramètre est fonction, entre autres, de la section et de l'isolation thermique du conduit (un surdimensionnement de la section et une absence d'isolation thermique induisent une diminution accrue de la température des fumées), de la température des espaces jouxtant le conduit (ambiance extérieure, local chauffé ou non, ...), du tracé et de la longueur du conduit ainsi que de la quantité de vapeur d'eau produite par la combustion (dépend du combustible).

On notera, par ailleurs, que le fait de raccorder une nouvelle chaudière à tirage naturel sur un conduit de fumée existant peut également induire des problèmes de tirage susceptibles de provoquer des mises en sécurité successives de la chaudière.

Pour éviter les problèmes précités (condensation interne et manque de tirage), il convient au préalable de vérifier si le conduit existant (type, section, hauteur) peut être réutilisé (voir § 9.2 de la NIT 235). Dans le cas contraire, il y a lieu de modifier le conduit

conformément aux normes en vigueur (NBN B 61-001 ou NBN B 61-002) ou d'installer un nouveau conduit répondant aux normes précitées. Dans ce dernier cas, il y a lieu d'étudier la possibilité d'installer une chaudière à ventouse.

On notera que le remplacement d'une chaudière raccordée à un conduit d'évacuation collectif (dans un immeuble à appartements, par exemple) nécessite des investigations et/ou interventions complémentaires. Le raccordement d'un appareil à condensation sur de tels conduits est exclu (voir *Les Dossiers du CSTC 2012/4.15 et 2013/4.12*).

### Fuites dans le circuit d'eau de la chaudière

Nos services ont déjà été amenés à examiner de tels problèmes de fuites se manifestant quelques années après l'installation d'une nouvelle chaudière raccordée à un circuit de chauffage existant. Dans certains cas, il semble que ces dégâts soient liés à la qualité de l'eau de l'installation (présence de dépôts), à l'absence de rinçage préalable de cette dernière et/ou à l'absence de filtres ou de pots de décantation (ou encore à l'absence d'entretien des filtres).

Comme dit précédemment, les chaudières de l'ancienne génération ont évolué vers des chaudières plus compactes avec un meilleur rendement de combustion. La compacité accrue est principalement obtenue grâce à des échangeurs de chaleur moins volumineux. Cette évolution s'est traduite par des surfaces d'échange de chaleur plus réduites, une contenance en eau plus faible

1 et 2 | Apparition de taches d'humidité dans un parachèvement intérieur et le long d'un conduit de fumée





3 | Echangeur de chaleur d'une chaudière

et des flux de chaleur par unité de surface plus élevés.

Un échangeur de chaleur plus compact peut néanmoins présenter certains inconvénients en ce sens que l'utilisation de canaux de diamètre plus réduit rend ces derniers plus sensibles aux dépôts (provenant, par exemple, de l'installation préexistante). Ainsi, un dépôt de 1 mm dans un échangeur de chaleur composé de conduits d'un diamètre de 12 mm induirait une réduction de section de l'ordre de 20 %. La présence de particules solides dans l'eau de l'installation et leur accumulation dans un échangeur peut dès lors avoir pour conséquence une moins bonne

irrigation, une perte de rendement, une élévation de la température des matériaux et une usure prématurée avec, à la clé, des fuites potentielles.

En d'autres termes, si l'on souhaite garantir à la chaudière un fonctionnement durable avec un rendement constant, il convient notamment de réduire au mieux les dépôts pouvant s'accumuler dans une chaudière moderne. La qualité de l'eau devrait répondre aux exigences suivantes :

- aspect visuel : pas de matières en suspension
- pH à 25 °C : 8,2 à 10 en l'absence d'éléments en aluminium (max. 8,5 en présence d'aluminium non allié, max. 9 pour certains aluminiums alliés)
- teneur en oxygène : < 0,02 mg/L
- conductivité : ≤ 1500 µS/cm.

Si l'on raccorde une nouvelle chaudière à une installation existante dans laquelle l'eau ne répond pas à ces exigences, il convient notamment d'éliminer les dépôts (voir encadré ci-dessous) et de supprimer les possibilités d'apport d'oxygène dans le circuit (voir encadré 'Comment limiter la formation de boues?', p. 26).

L'élimination des dépôts dans l'installation existante peut être réalisée au moyen d'un rinçage à l'eau à débit élevé (ou avec un mélange d'eau et d'air comprimé). Il est également possible d'opter pour un nettoyage chimique, dont le principe consiste à rajouter des produits à l'eau de l'installation afin de mettre en suspension les dits dépôts. Ces



4 | Dépôts d'oxyde de fer dans les canalisations

derniers sont ensuite captés par un filtre à boues ou évacués lors d'une vidange de l'installation.

Si l'installation existante est telle que les apports d'oxygène et/ou les sources de corrosion ne peuvent pas être éliminés, il convient d'opter pour un traitement approprié continu de l'eau qui sera fonction des matériaux présents (le dosage est de l'ordre de 1 à 10 L de produit par 1.000 L d'eau à traiter). Les effets du traitement sur la qualité de l'eau doivent être contrôlés de façon périodique. Notons également qu'en cas d'éventuels ajouts d'eau dans l'installation, l'eau de remplissage doit également être traitée. |

## Les sources de dépôts

Les sources de dépôts dans une installation de chauffage central sont en général :

- la formation de tartre en raison de la température élevée de l'eau
- la formation de boues à la suite d'un phénomène de corrosion interne.

### La formation de tartre (carbonate de calcium)

En chauffant de l'eau qui contient des ions calcium et, dans une moindre mesure, des ions magnésium (comme la plupart des eaux potables distribuées en Belgique), la réaction suivante entre ces ions et les ions bicarbonates conduit à la précipitation du carbonate de calcium insoluble, communément appelé calcaire ou tartre :  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ .

Ce phénomène, bien que se produisant également à basse température, sera fortement accéléré par l'élévation de la température (principalement à partir d'une température de 60 °C).

La quantité de tartre qui peut se déposer dans une installation (et, notamment, dans le circuit de la chaudière) dépend de la dureté de l'eau de remplissage, de la contenance en eau de l'installation et des quantités d'eau d'appoint. La dureté totale de l'eau (TH) reflète la quantité d'ions solubles en calcium et en magnésium et est souvent exprimée en degrés français (°f ou °fH) ou allemands

*Suite à la page suivante*

(°dH) où 1 °dH vaut 1,786 °fH. En Belgique, cette valeur varie de moins de 6 °fH (eau très douce) à plus de 40 °fH (eau très dure) selon l'endroit. Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau peuvent être demandées à la compagnie distributrice ou obtenues facilement en effectuant une mesure de la dureté de l'eau à l'aide d'un kit disponible dans le commerce.

TH [°fH]	0-7	7-15	15-25	25-42	> 42
Dureté de l'eau	Très douce	Douce	Semi-dure	Dure	Très dure

En fonction de sa dureté totale, une eau peut être qualifiée de :

Plus la dureté est élevée, plus l'eau contiendra des ions responsables de la formation du tartre. On aurait donc tendance à utiliser de l'eau pluviale (quasi dépourvue de sels en solution) ou une eau déminéralisée. Cependant, pour des raisons de corrosion, ceci est déconseillé et l'utilisation de l'eau sanitaire est préférable, et ce, malgré sa dureté généralement plus importante.

Les quantités de tartre qui peuvent se déposer dans une installation dépendent également de la contenance de cette dernière. Ainsi, les installations plus grandes ont un volume d'eau plus important. Ce volume dépend non seulement de la capacité totale de la chaudière installée, mais aussi de la nature du système d'émission de chaleur (les radiateurs ont une contenance plus grande que les convecteurs).

La quantité d'eau d'appoint va également influencer l'ampleur des dépôts potentiels. L'ajout régulier d'eau fraîche induit un apport de nouveaux ions calcium et magnésium pouvant former du carbonate de calcium. Il convient donc de limiter les quantités d'eau ajoutées à l'installation après un premier remplissage (après des travaux effectués à l'installation, par exemple). A ce titre, on notera que, selon la norme NBN EN 14868, il convient de limiter à trois le nombre de renouvellements du volume d'eau sur toute la durée de vie de l'installation (essentiellement pour réduire le risque de corrosion; voir encadré ci-dessous).

Pour davantage d'informations relatives à la qualité de l'eau de remplissage d'une installation de chauffage central, nous renvoyons vers [Les Dossiers du CSTC 2012/2.13](#). Il ressort de ce document que, si l'on souhaite réduire la formation de tartre, il peut s'avérer utile d'utiliser une eau de remplissage préalablement adoucie (au moyen d'un traitement à base de résines échangeuses d'ions, par exemple). L'évaluation de l'efficacité des différents traitements anti-tartre fait actuellement l'objet d'une recherche prénormative.

### La formation de boues

Lorsque le fer (acier) est en contact avec de l'eau contenant de l'oxygène (pas de l'eau 'morte'), les oxydes de fer suivants se forment :

- la magnétite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), qui se dépose sous la forme d'une couche noire très fine. Il s'agit d'un dépôt qui dispose de caractéristiques magnétiques
- l'hématite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), qui se manifeste lorsque de l'oxygène est présent en quantité non négligeable. Elle est caractérisée par une coloration rouge/brun.

Etant donné qu'un 1 g d' $\text{O}_2$  dissous dans l'eau peut donner lieu à la formation de 3,62 g de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , il s'ensuit que l'apport fréquent d'oxygène dans une installation peut être à l'origine de dépôts non négligeables après plusieurs années d'utilisation. Si l'on considère que 1 L d'eau de ville contient environ 10 mg d'oxygène dissous, cela sous-entend que chaque litre d'eau (non traité) injecté dans une installation d'eau est à l'origine d'un dépôt de 36 mg de magnétite.



Présence d'hématite ou rouille en suspension dans l'eau

### Comment limiter la formation de boues ?

Si l'on souhaite limiter les quantités de boues formées, il convient dès lors de réduire les sources d'oxygène dans l'installation, et ce, en veillant notamment à :

- diminuer les apports d'eau dans l'installation, selon la norme NBN EN 14868 : la somme du volume d'eau initial ( $V_i$ ) et des apports d'eau ultérieurs doit être limitée à  $3 V_i$ . Pour ce faire, il faut notamment veiller à réaliser une installation étanche (sans fuites) avec un vase d'expansion correctement dimensionné. Pour les installations importantes, il convient, par ailleurs, d'enregistrer les quantités d'eau qui pourraient être injectées régulièrement dans les circuits
- supprimer les vases d'expansion ouverts (dans les anciennes installations)
- opter pour des conduites très peu perméables à la diffusion d'oxygène (des conduites synthétiques intégrant une barrière anti- $\text{O}_2$  ou des conduites métalliques).