



# Rapport technique

Prof. Dr. Ing. Eberhard Franz, vereidigter Sachverständiger für Dampferzeugung und Energieverfahrenstechnik von der Industrie- und Handelskammer Nürnberg für Mittelfranken

Dipl.-Wirtschaftsing. (FH), Dipl.-Informationswirt (FH) Markus Tuffner,  
Bosch Industriekessel GmbH



## Démarrage à froid des chaudières à grand volume d'eau

### Introduction

Les démarrages à froid produisent sur une chaudière à grand volume d'eau une charge mécanique bien plus élevée que lors du fonctionnement normal. Le démarrage froid est inévitable lors de la première mise en service. Des processus similaires au démarrage à froid sont toutefois possibles, même après la première mise en service, par exemple après de longs temps d'arrêt ou sur les installations à plusieurs chaudières avec commutation à séquences sans maintien de pression et de température. Ces processus sont caractérisés par le fait que l'eau dans la chaudière n'est pas en ébullition. Par exemple, l'eau a une température d'environ 20 °C lors de la première mise en service et est donc de 80 K plus froide qu'avec une pression absolue d'eau en ébullition de 1 bar.

Cette charge mécanique plus élevée lors des démarrages à froid est due à la différence de température nettement supérieure entre le tube de flamme et la virole chaudière par rapport au fonctionnement normal. C'est pourquoi le tube-foyer se dilate par rapport à la virole chaudière nettement plus qu'en fonctionnement normal. Ceci entraîne, entre le tube-foyer et la virole chaudière ou entre le tube-foyer et les tubes de fumées plus froids, une sollicitation mécanique nettement plus élevée des différents éléments de connexion et d'ancrage comme la connexion tube-foyer/sol, tuyaux d'ancrage, tube-foyer/connexions chambres d'inversion, goussets d'ancrage, etc..

Vous trouverez ci-dessous des calculs relatifs à la différence de température du tube-foyer et de la virole chaudière ainsi que le résumé de leur évaluation.

### Calcul de la différence de température tube-foyer – virole chaudière lors du démarrage à froid

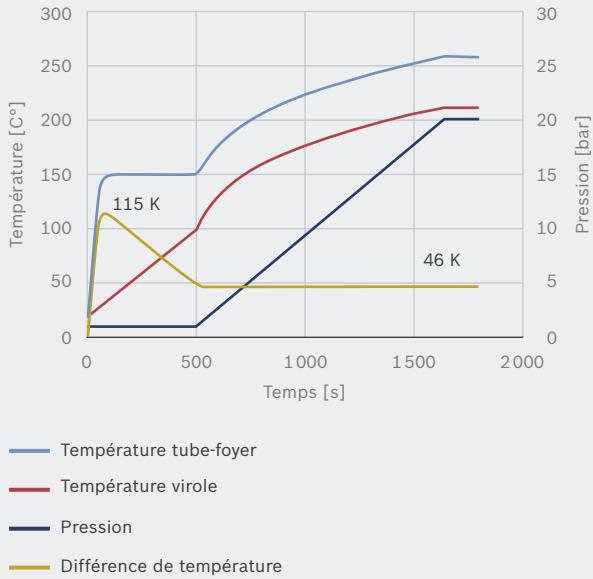
La température du tube-foyer a été calculée sur la base d'un modèle de calcul simple. Les calculs sont basés sur les hypothèses suivantes :

- ▶ Dans un premier temps, le processus de mise en température a lieu avec une vanne de prélèvement de vapeur ouverte et une pression absolue de 1 bar. La température de l'eau de chaudière est d'abord de 20 °C et augmente de manière linéaire avec le temps jusqu'à atteindre le point d'ébullition (phase 1).
- ▶ Ensuite, la mise en température se poursuit avec une vanne de prélèvement de vapeur fermée. L'augmentation de la pression est basée sur 1 bar/min, ce qui correspond à l'augmentation de pression habituelle sur une chaudière à grand volume d'eau avec pleine charge de brûleur et vanne de prélèvement de vapeur fermée (phase 2).

Pendant la première phase, les calculs ont été effectués pour différentes charges de brûleur, pendant la deuxième phase, les charges de brûleur étaient de 100 %.

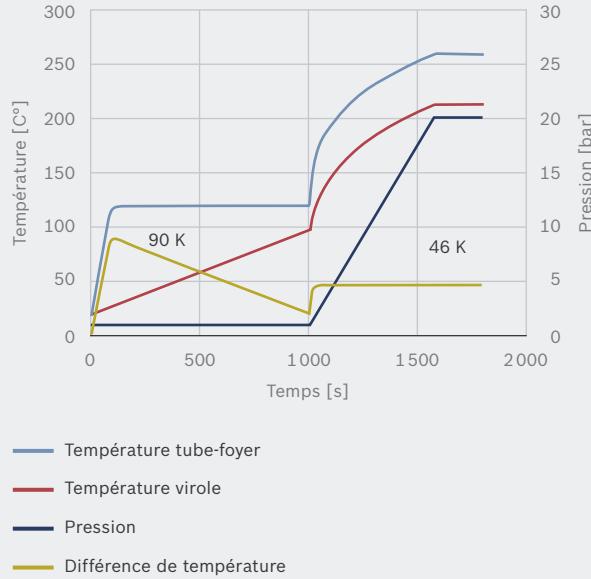
## Graphique 1 indique le résultat d'un calcul avec une charge de brûleur de 100% en phase 1.

Au-dessus du temps : la température de la virole chaudière, la température moyenne du tube-foyer, sa différence, la pression de chaudière absolue.



## Graphique 2 indique les conditions avec une charge de brûleur de 25% en phase 1.

En raison de la diminution du chauffage, il faut 2000 sec pour que l'eau de la chaudière soit en état d'ébullition. La différence de température maximale entre l'eau de chaudière et le tube-foyer est de 90 K, donc toujours 1,96 fois la valeur du fonctionnement normal.



La virole d'une chaudière à grand volume d'eau a approximativement la température de l'eau de chaudière. Elle est donc soumise à une dilatation liée à la température nettement plus faible que celle du tube-foyer chauffé par la flamme du brûleur. La différence entre la température moyenne du tube-foyer et la température de la virole chaudière représente ainsi une dimension pour la différente modification de dilatation du tube-foyer et de la virole chaudière. La différente modification de dilatation, également appelée « charge tube-foyer », doit être prise en charge par les éléments de connexion.

En raison de la charge élevée du brûleur, il faut environ 500 sec. à peine jusqu'à ce que l'eau dans la chaudière ait atteint sa température d'ébullition. L'évolution de la différence de température est remarquable. Elle atteint son maximum à 115 K. Ce qui correspond à 2,5 fois la valeur du fonctionnement normal (46 K). Autrement dit : pendant le démarrage à froid, la charge tube-foyer est jusqu'à 2,5 fois supérieure à celle du fonctionnement normal, avec une charge de brûleur de 100% en phase 1. Il faut en déduire une charge mécanique de la chaudière à grand volume d'eau nettement supérieure par rapport au fonctionnement normal. La seule

solution dont dispose l'exploitant de la chaudière pour modifier cela est de réduire la charge du brûleur en phase 1.

### Récapitulatif

Les démarriages à froid provoquent une charge mécanique nettement plus importante qu'en fonctionnement normal. Ils devraient être effectués jusqu'à l'état d'ébullition avec une charge de brûleur aussi faible que possible. Il faut toutefois noter que, même avec une charge de brûleur de seulement 25%, la charge tube-foyer maximale représente encore presque le double de la valeur fixe. C'est pourquoi, les processus similaires aux démaragements à froid devraient être évités dans la mesure du possible, après le premier démarrage à froid inévitable.

Pour assurer un fonctionnement sans panne il est vivement recommandé d'équiper les installations ne fonctionnant que temporairement et avec de longues phases d'arrêt (par exemple arrêt pendant le week-end ou installations redondantes avec commutation à séquences), d'un système de maintien de pression et de température selon l'état de la technique.

### Les installations de production:

**Usine de fabrication 1 Gunzenhausen**  
Bosch Industiekessel GmbH  
Nürnberger Straße 73  
91710 Gunzenhausen  
Allemagne

**Usine de fabrication 2 Schlungenhof**  
Bosch Industiekessel GmbH  
Ansbacher Straße 44  
91710 Gunzenhausen  
Allemagne

### Usine de fabrication 3 Bischofshofen

Bosch Industiekessel Austria GmbH  
Haldenweg 7  
5500 Bischofshofen  
Autriche

[www.bosch-industrial.com](http://www.bosch-industrial.com)