

# "Ces nouvelles cheminées, source d'ennuis pour les chaudières à condensation"

Autor(en): **Borel, Michel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **115 (1989)**

Heft 13

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76973>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Aux vitesses critiques du vent, la section peut en outre être soumise à une contrainte dynamique due aux détachements de tourbillons (vibrations). Cet effet survient lorsque la fréquence de détachement des tourbillons correspond à la fréquence de résonance de la cheminée dans le plan du périmètre. La vitesse critique du vent est obtenue par la formule suivante :

$$v_{cr} = 6500 \cdot \frac{t}{d} \text{ [m/s]}$$

où :

$t$  : épaisseur moyenne de la paroi du tiers supérieur de la cheminée [m]

$d$  : diamètre de la cheminée [m]

Les vibrations dangereuses peuvent être supprimées à l'aide d'anneaux raidisseurs qui ont pour effet d'augmenter  $v_{cr}$  à une valeur supérieure à celle du vent sur le site.

### Le programme informatique Chimney

Le comportement statique et dynamique des cheminées est influencé par un grand nombre de facteurs, tels qu'amortissement longitudinal et transversal, isolations et parois, anneaux raidisseurs, brides, ouvertures, etc.

Un projet efficace ne peut donc être réalisé qu'à l'aide d'un programme informatique. Le programme Chim-

ney [5], fondé sur le code CICIND [2], a été écrit dans ce but. Les calculs selon la norme DIN 4133 [3] peuvent être effectués moyennant quelques légères modifications des données d'entrée. Le programme Chimney - utilisé en mode projet - permet de déterminer les épaisseurs optimales des parois des différentes parties de la cheminée, relativement aux critères de tension, de fatigue et de stabilité. Du à la non-linéarité très marquée de certains mécanismes, le processus de calcul se fait de manière itérative. Ainsi, la fréquence de résonance est recalculée après chaque itération.

Le programme Chimney - utilisé en mode vérification - permet de calculer les charges et les limites relativement aux charges admissibles et aux instabilités de cheminées existantes.

### Exemple

L'influence de mesures aérodynamiques est illustrée par un exemple simple.

On suppose une cheminée non isolée de 60,00 m de hauteur et de 1,60 m de circonférence. Sans dispositifs aérodynamiques, l'épaisseur de paroi exigée à l'extrémité inférieure de la cheminée est de 11 mm. La masse métallique nécessaire de la cheminée atteint 30 400 kg.

Si l'on installe des ailettes hélicoïdales sur le tiers supérieur de la cheminée, la résistance dans la direction du vent

### Bibliographie

- [1] PRITCHARD, B. N. : «Steel Chimney Oscillations», *Engineering Structures*, 1984, Vol. 6, October.
- [2] CICIND: *Model Code for Steel Chimneys*, May 1988, Zurich.
- [3] DIN 4133 : *Schornsteine aus Stahl - Statische Berechnung und Ausführung*, August 1973.
- [4] VICKERY, B. J.; DALY, A. : «Evaluation of Methods of the Across Wind Response of Chimneys», *CICIND-Report*, Vol. 2, 1986.
- [5] *Chimney, A Program to Design Steel Chimneys*, H. van Koten and G. K. Verboom, NL-2714 Zoetermeer.

sera augmentée au détriment de l'épaisseur de paroi à l'extrémité inférieure de la cheminée, qui atteint alors 13 mm. Dans la partie supérieure, en revanche, les épaisseurs peuvent être sensiblement diminuées de sorte que la cheminée ne nécessite plus qu'une masse métallique totale de 20 900 kg.

### Adresses des auteurs :

Tullio Frangi, D<sup>r</sup> ès sc. techn.  
Geilinger SA  
Grüzelfeldstrasse 47  
8401 Winterthur

Henk van Koten, ing. dipl.  
Adviesbureau voor dynamisch belaste constructies  
2° Stationsstraat 232  
NL-2718 AC Zoetermeer

## « Ces nouvelles cheminées, source d'ennuis pour les chaudières à condensation »

### Améliorer le rendement

La crise du pétrole a eu pour effet d'intensifier la mise en place d'installations de chauffage à haut rendement. C'est ainsi qu'on a actualisé des systèmes « nouveaux », tels que les groupes

PAR MICHEL BOREL,  
VERSOIX-GENÈVE

chaleur-force, les pompes à chaleur, les chaudières à condensation, pour ne citer que ceux-là.

Dans les installations de chauffage, une partie de la chaleur produite par la combustion va sortir directement par la cheminée. On appelle cela perte par

*chaleur sensible*; elle abaisse le rendement annuel moyen d'une installation et implique une surconsommation de combustible bien inutile.

Le besoin d'améliorer cette situation s'est vite fait sentir et on a donc cherché des solutions pour abaisser la température des gaz de fumée à la sortie de la chaudière. La chaleur ainsi récupérée permet d'augmenter le rendement. On peut grosso modo estimer le gain en rendement annuel. Nous appellerons la température des gaz de fumée  $T_f$ .

Vieille chaudière,  
jusqu'à ~ 1975  
(sans condensation):  
 $T_f = 280^\circ\text{C}$  Rendement = 75%

Chaudière actuelle  
(sans condensation):  
 $T_f = 160^\circ\text{C}$  Rendement = 85%

Chaudière actuelle  
(avec condensation):  
 $T_f = 60^\circ\text{C}$  Rendement = 95%

Les chiffres ci-dessus sont très relatifs car les valeurs de rendement sont également liées à d'autres améliorations, mais une importante part de l'amélioration est due à l'abaissement de la température des gaz de fumée. Le bond de 20% obtenu permet d'économiser 20% de combustible chaque année, si on remplace une vieille chaudière par une chaudière à condensation. D'où l'installation généralisée de chaudières à basse température des gaz de fumée, voire de chaudières à condensation.

Les chaudières à condensation fonctionnent de préférence avec le gaz naturel. Mais pour les grosses chaudières, l'interruptibilité est parfois requise lors d'hivers très froids de sorte qu'elles sont équipées de brûleurs bicom bustibles gaz/mazout.

Mais n'avoir que des avantages, c'était trop beau: le revers de la médaille, pour le propriétaire, est que la basse température des gaz de fumée lui prouve tout de suite qu'une chaudière pollue, alors qu'avant il ne s'en rendait peut-être pas compte!

Les huiles de chauffage ont une faible teneur en soufre. Lors de la combustion, ce soufre se combine à l'oxygène pour former du dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, ou anhydride sulfureux, gaz nauséabond et toxique. Si les gaz de fumée sont à haute température, ils s'élèveront dans l'atmosphère et pollueront... les voisins, par exemple sous la forme de pluies acides.

Mais cette pollution n'est en général pas visible à la sortie de la cheminée. Lorsque les gaz de fumée à la sortie de la cheminée sont à basse température, le panache de condensat est en revanche visible à la sortie de la cheminée, avec une couleur blanche due à la vapeur d'eau. Le processus de refroidissement fait que le dioxyde de soufre peut se combiner à la vapeur d'eau pour former un condensat d'acide sulfureux H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, qui a la fâcheuse tendance de «manger» les cheminées. La pollution atteint alors directement le pollueur, les voisins étant plus ou moins épargnés!

Le remède a été trouvé. Sans être la panacée, une cheminée en inox résiste beaucoup mieux à l'acide sulfureux et permet l'emploi d'installations à basse température des gaz de fumée.

On n'a pourtant rien sans rien: une cheminée en inox coûte assez cher d'où la tendance à minimaliser à la fois son diamètre et sa hauteur. Parfois, en cas de remplacement d'une ancienne chaudière par une chaudière à condensation, ces limites sont imposées et on va tuber la cheminée qui aura fatalement un diamètre plus petit que l'ancienne. C'est là que les ennuis commencent...

On l'a dit, les installations à conden-

sation sont souvent des installations bicombustibles à cause de l'interruptibilité du gaz. Dans ces conditions, la cheminée en inox est aussi valable pour le fonctionnement au gaz et il est intéressant de constater qu'un certain nombre d'installations à condensation posent des problèmes, non pas à cause du principe de fonctionnement, mais bien souvent à cause du sous-dimensionnement de la cheminée.

Ces problèmes peuvent être notamment un mauvais fonctionnement du brûleur, accompagné d'une consommation accrue de combustible, ou des émanations contraires à l'Opair (Ordonnance fédérale sur la protection de l'air) et produisant parfois un bruit désagréable même à l'intérieur de l'immeuble.

### Le fonctionnement d'une cheminée

Pourquoi ces problèmes? Rappelons que le moteur de la cheminée (le tirage naturel) est fonction de la température des gaz de fumée et de la hauteur de la cheminée. Déjà une indication: si on abaisse la température des gaz de fumée, il faudra surélever la cheminée pour pouvoir conserver le même tirage naturel.

Voilà pour le moteur de la cheminée; reste à voir quels en sont les freins. Ce sont les différentes pertes de charge de la cheminée, pertes linéaires et singulières. Fait aggravant, lors de l'abaissement de la température des gaz de fumée, le moteur de la cheminée est plus faible, et pour une même vitesse des gaz de fumée les freins, donc les pertes de charge, sont plus élevés. Dans ce cas, l'évacuation des gaz de fumée se fera plus difficilement et c'est souvent le brûleur qui en fait les frais. La pression d'alimentation en gaz naturel est de 22 mbar (220 Pa) environ. C'est donc une pression très faible comparée à la pression atmosphérique.

Le mélange du gaz naturel avec l'air, dans la tête du brûleur, mange une bonne partie de la pression. Le ventilateur amenant l'air soufflé doit vaincre une forte perte de charge dans la tête du brûleur et dans le foyer. Les pertes de charge à la sortie de la chaudière jusqu'à la sortie de la cheminée d'un immeuble moyen peuvent atteindre jusqu'à 100 Pa. Lorsque le tirage naturel est insuffisant, toute perturbation dans le foyer (combustion peu stable) ou dans la cheminée (effet du vent) peut être fortement amplifiée, les gaz se comprimant et se détendant facilement, un peu comme un ressort. Si ces pulsations sont constamment alimentées, elles peuvent engendrer une très mauvaise combustion et émettre des bruits d'un niveau non négligeable.

### Ne pas sous-dimensionner une cheminée

En conclusion, lorsqu'on introduit une nouvelle technologie, il faut être attentif à tous les détails. Une cheminée sous-dimensionnée en diamètre ou en hauteur peut rendre une chaudière à condensation moins performante et plus polluante qu'une chaudière traditionnelle - ce qui serait un comble, la chaudière à condensation étant réputée plus écologique que la chaudière traditionnelle sans condensation.

Dans bien des cas, il serait souhaitable d'investir un peu plus pour la cheminée, afin de garantir un fonctionnement correct de l'installation, générant le moins possible de bruit et de polluants atmosphériques.

Adresse de l'auteur:

Michel Borel, ing. EPFL  
Bureau Conti-Herman SA  
Case postale 428  
1290 Versoix

## Industrie et technique

### Economiser, c'est gagner! - La mesure individuelle des frais de chauffage

Le décompte individuel des coûts de chauffage a parfois été présenté comme la panacée propre à réduire massivement la consommation d'huile de chauffage ou, au contraire, décrié comme une coûteuse illusion.

Si le prix actuel des produits pétroliers n'incite guère à l'économie, le souci de ménager l'environnement remet au premier plan la nécessité d'en restreindre la consommation, d'où un

regain d'actualité du décompte individuel. L'Association suisse pour la mesure de la consommation de chaleur (ASC)<sup>1</sup> a édité une brochure d'information faisant le point sur la question. Elle bénéficie non seulement d'une présentation fort attrayante, mais d'un souci évident d'objectivité. C'est ainsi que les différents systèmes de mesure de la consommation de chaleur sont présentés avec leurs avanta-

ges et leurs inconvénients, leurs lacunes et les résultats qu'on peut en attendre. Un tableau synoptique des entreprises actives dans ce domaine et de leurs prestations complète cette documentation.

Comme l'évolution des prescriptions ne laisse plus le loisir de discuter de l'opportunité du décompte individuel, mieux vaut être informé: la brochure de l'ASC apporte ainsi une contribution bienvenue.

<sup>1</sup>Case postale 155, 8034 Zurich, tél. 01/9841884.