

# Acoustique et confort acoustique des chaudières

**Philippe Stierlin,**  
GDF,  
Direction de la recherche,  
361, Ave du Président Wilson,  
03211 LA PLAINE SAINT DENIS,  
Tél. : 01 49 22 57 57,  
fax : 01 49 22 57 30

*L'amélioration du confort acoustique des chaudières et des générateurs d'eau chaude sanitaire est un objectif poursuivi par l'ensemble des partenaires de la filière gazière. Il est aussi une réponse apportée aux exigences prescrites par la Nouvelle Réglementation Acoustique (NRA) qui est entrée en vigueur pour les logements neufs le 1er janvier 1996. La Direction de la recherche de Gaz de France a mis au point pour les constructeurs de la filière, une offre de certification acoustique des chaudières domestiques accompagnée d'une offre de réduction du niveau de ces appareils.*

**E**ntrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 1996, la Nouvelle Réglementation Acoustique (NRA) visait, en complément du label Qualitel, à améliorer la qualité acoustique des logements neufs et, à l'intérieur d'entre eux, celle des équipements. Parmi eux, les chaudières domestiques à gaz.

Pour satisfaire aux obligations de résultats de la NRA, nous avons développé pour la filière, une offre de certification acoustique des chaudières domestiques couplée à une offre de réduction du niveau de bruit de ces appareils. Les solutions proposées en collaboration avec les industriels ont porté leurs fruits. Le niveau de puissance acoustique des appareils a globalement diminué de 5 décibels en cinq ans. Elles ouvrent maintenant de nouvelles voies pour améliorer non seulement la qualité acoustique des chaudières domestiques mais aussi ce qu'on pourrait appeler leur "design sonore". Le concept de signature acoustique - outil d'aide à la conception de chaudières acoustiquement confortables - répond à ce besoin.

La Direction de la recherche a conçu un outil en collaboration avec le CSTB (Centre scientifique et technique du bâtiment) et en partenariat avec des constructeurs d'appareils. Cet outil permet d'améliorer les appareils existants ou les futurs prototypes et offre un plus aux appareils qui peuvent bénéficier de la méthode en question.

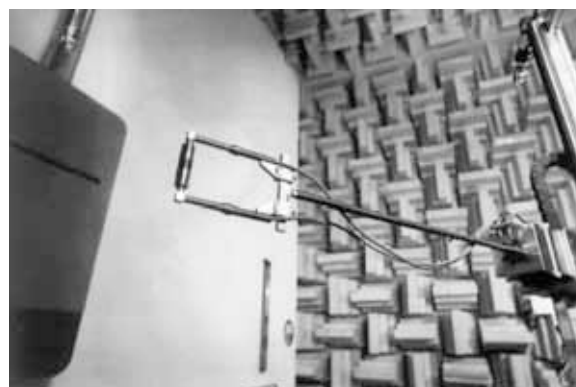


Figure 1 : mesure robotisée de puissance acoustique

## De la qualification acoustique à la certification

L'AFNOR, organisme certificateur, met actuellement en place, dans l'esprit de la NRA et des exemples de solutions du CSTB, un règlement intitulé "Performances acoustiques des chaudières". Ce règlement a été élaboré en concertation avec les constructeurs et les laboratoires accrédités par le Comité français d'accréditation (COFRAC). Les essais réalisés au Service Certification de GDF sont faits conformément à ce règlement qui va permettre d'aller vers

## Une certification acoustique pour les chaudières

La réglementation acoustique fixe une limitation du niveau de pression acoustique à 50 dB (A) en cuisine et 35 dB (A) en pièce principale en matière d'équipements individuels. Ces exigences de résultats se traduisent, pour les chaudières à gaz par la limitation de leur niveau de puissance acoustique (Lw). Pour s'assurer de la fiabilité des chiffres avancés par les constructeurs, une certification acoustique a été mise en place le 1er février 1999. Résultant d'une démarche volontaire du fabricant, elle se traduira par l'apposition sur le matériel de la mention "Performances acoustiques certifiées par l'AFNOR".

une certification des produits. Cette certification comporte les éléments suivants :

#### La référence normative

Les essais sont réalisés suivant la norme D 30-010 (avril 1992) et en utilisent la norme de mesure ISO 9614-1 (Puissance acoustique par intensimétrie grâce à un maillage parallélépipédique autour de l'appareil). La mesure est par ailleurs robotisée, ce qui permet une plus grande précision ; les essais sont réalisés en chambre semi-anéchoïque.

#### Des règles complémentaires

Ces règles sont le résultat de comparaison d'essais, effectués conformément aux exigences du COFRAC, par la Direction de la recherche de Gaz de France et le CETIAT. Elles visent à mieux rapprocher les conditions de mesure et d'essais inter-laboratoires et à mieux définir le corps d'épreuve. Parmi ces règles, indiquons le fait que les essais doivent avoir lieu au gaz G20 à 98 % de méthane pur, et que la possibilité offerte par la norme ISO 9614-1 d'exclure du calcul les zones comportant des conduits (évacuation des produits de combustion et tuyaux de raccordement aux fluides) ne peut être utilisée.

#### Une fiche descriptive acoustique

Cette fiche est remplie par le constructeur lors de l'envoi de l'appareil à certifier et contrôlée par le laboratoire qui vérifie sa conformité avec l'appareil testé. Elle vise à mieux verrouiller techniquement le produit sur le plan acoustique. Le constructeur s'engage, de son côté, à ce que l'appareil testé soit l'appareil commercialisé ou son équivalent suivant des règles précisées dans le règlement.

#### De l'oreille fatiguée à la bonne qualité acoustique

Les oreilles, certes fatiguées par les bruits urbains (cf. "Le bruit dans la ville", Conseil économique et social, 1997) comme par les bruits dans les logements, sont cependant de moins en moins agacées par les bruits de chaudières : les appareils neufs ont, pour beaucoup d'entre eux, une bonne qualité acoustique. Les efforts des industriels, des laboratoires et plus largement de la filière sur la réduction des niveaux de puissance acoustique des appareils ont ainsi été fructueux. Ces efforts sont cependant poursuivis par nos services qui proposent aux industriels une offre de réduction des niveaux de bruit des appareils.

**PUB ELM LEBLANC**

**150 X 210**



Figure 2 : diminution du bruit de ventilateur

Cette offre consiste à :

- effectuer des diagnostics d'appareils grâce à des cartographies acoustiques représentatives des champs d'émission,
- analyser les causes précises d'un niveau de bruit trop élevé,
- identifier les composants responsables de l'émission acoustique (brûleur, circulateur, ventilateur),
- détecter les fréquences émergentes incriminées.

Les améliorations correspondantes sont alors proposées (y compris sur les brûleurs). Des actions d'amélioration de la qualité acoustique des installations (plots antivibratiles) sont suggérées, en vue notamment, de réduire les niveaux de bruit dans les pièces de réception.

## De la qualité au confort

Le confort acoustique n'est pas le silence, et un niveau de bruit faible n'est pas forcément synonyme de confort : le goutte-à-goutte d'un robinet est là pour en témoigner. Autrement dit, le "design sonore" et plus généralement les études psycho-acoustiques, appliquées en particulier aux appareils de consommation courante (voiture, aspirateurs, réfrigérateurs, chaudières...) et ce dès la conception des appareils, est une réponse aux besoins des utilisateurs. C'est aussi un outil d'aide à la conception pour les industriels, un argument commercial pour les responsables du marketing. Passer du chauffe-silence à "la chaudière comme vous l'entendez" devient désormais possible. Peut-être un jour, même s'il est encore lointain, pourrions-nous parler de chaudière musicale, voire "mozartienne".

L'outil de "signature acoustique" des chaudières domestiques prend en compte les aspects subjectifs du son dans les différents modes de fonctionnement (chauffage ou eau chaude sanitaire) de l'appareil. Au fond, il faut répondre à trois objectifs :

- évaluer le confort acoustique suivant différents scénarios de chauffage et production d'eau chaude sanitaire.
- trouver des critères d'aide à la conception de chaudières acoustiquement confortables, intégrant les aspects physiques, physiologiques et psychologiques des usagers, Des enquêtes in situ à partir de questionnaires ont par ailleurs été réalisées. Elles portent sur la perception du

bruit émis par certains appareils dans les logements. Ces travaux ont permis de compléter les résultats obtenus au laboratoire de psycho-acoustique : on relève, en particulier, sur le terrain une plus grande sensibilité aux bruits de démarrage et aux bruits d'arrêt de certains appareils qu'aux bruits en régime établi.

En laboratoire, nous procédons en deux étapes. Une première étape, appelée **étape d'identification** permet de reconnaître les bruits qui sont repérés par les utilisateurs potentiels et d'attribuer des descripteurs sémantiques à chacun de ces bruits (ou de ces groupes de bruits). Cette étape, menée à partir d'échantillons de personnes de la Direction de la recherche de GDF d'une part, du CSTB d'autre part, permet de tirer les enseignements suivants :  
 - on sait reconnaître et distinguer, dans un scénario donné de chauffage ou d'eau chaude sanitaire, différentes familles de bruits (voir encadré),  
 - on connaît les bruits gênants qu'ils soient ponctuels (bruits de dilatation par exemple) ou continus (bruits de friture), c'est-à-dire les bruits à supprimer si l'on souhaite un bon confort acoustique des chaudières,  
 - il est possible et nécessaire de connaître les critères de perception des autres types de bruits dans les trois grandes phases de fonctionnement (démarrage, régime établi, arrêt) et lors des changements entre ces phases.

Une deuxième étape, appelée **étape de catégorisation** permet de répondre sur ce dernier point et de connaître les adjectifs et descripteurs sémantiques associés à chacune des trois phases.

Signer acoustiquement des chaudières domestiques revient à leur attribuer à la conception du produit une série de cartes à jouer, dont le nombre et l'ordre sont importants, ainsi que leur valeur.

Pour la carte "démarrage" par exemple, quatre possibilités de notation sont offertes, correspondant grosso modo à quatre groupes de qualité sonore, dits groupes de perception. Chacun de ces groupes est caractérisé

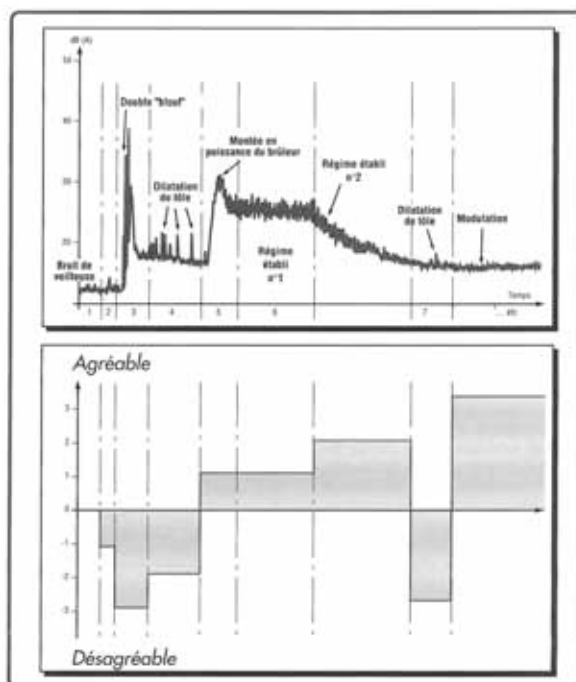


Figure 3 : évaluation subjective de scénarios de chauffage et production d'eau chaude sanitaire

par une série d'adjectifs (ou de descripteurs sémantiques); qui permettent de savoir s'il s'agit, soit d'un **atout** pour la chaudière, soit d'une **carte maîtresse** ou non. Ces adjectifs constituent des critères de jugement. Le même schéma peut-être appliqué aux deux autres phases de fonctionnement : régime établi ou arrêt, avec à chaque fois un nombre de groupes de perception différent et des adjectifs de jugement eux aussi différents. Deux cartes peuvent être considérées comme interdites : celle représentative des **bruits de dilatation** et des **bruits dits de friture**. Le critère  $L_w(A)$  de certification constitue lui aussi un critère dans l'évaluation de la signature acoustique d'une chaudière, de même que les aspects nocturnes du bruit et des critères d'installation de l'appareil (présence ou non de plots antivibratiles, critères issus de l'enquête in situ...).

## Une amélioration au confort acoustique

Aujourd'hui, les travaux accomplis en acoustique à la Direction de la recherche de GDF permettent de mettre à la disposition de la filière gaz ses moyens expérimentaux et son expertise (chambre semi-anéchoïque, banc d'essais des brûleurs, laboratoire psycho-acoustique).

Ces travaux répondent à trois exigences essentielles :

- la certification acoustique,
- l'expertise acoustique et la réduction du niveau de bruit des installations,
- la réponse en matière de confort acoustique des clients.

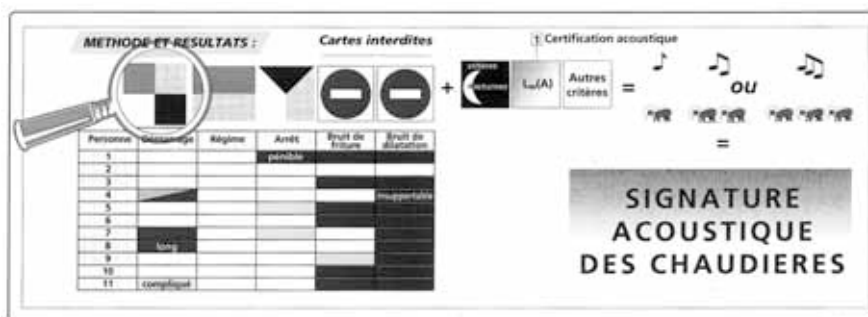


Figure 4 : des cartes pour signer acoustiquement des chaudières acoustiques

### Bruits de friture

**Ch** : Chaleur (grésillements, crépitements de flammes, friture de cuisine),

**Fr** : Frottements (feuilles mortes, feuilles de papier, frottements),

**E** : Eau (eau qui coule, pluie)

**Si** : Sifflements (fond plus aigu, sifflements)

**El** : Friture électrique (moteur électrique, téléphone, écran télévision)

### Bruits de fonctionnement

**Fl** : Fluide (souffle, ventilateur, air, fluide)

**M** : Moteur (moteur, réacteur, ronronnement, bourdonnement)

**B** : Brûleur (combustion, brûleur, chalumeau)

**Non défini** : (fonctionnement, bruit de fond, fond sonore)

### Bruits de dilatation

**D** : Dilatations (dilatations, refroidissements, bruits de tôles)

**Br** : Bruitages (bruitages, cliquetis, clac clac..., craquements, chute de gouttes d'eau)

### Autres événements ponctuels

**Mc** : Petits mécanismes (enclenchement, démarrage, bruit de réveil, relais, vannes, boutons, ressorts)

**Po** : Porte (porte, portière, placard)

**Obj** : Objets (objet qui tombe, cognement d'objet)

**pBr** : petits bruitages (petits bruitages, clic, petit toc, série de petits bruits...)

**gBr** : grands bruitages (claquement, choc, "gros boum")

**AspG** : aspiration gazeuse (aspiration, inflammation, allumage, flamme).