



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS  
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

[www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr)

RAPPORT

**LE CONFORT DES INSTALLATIONS  
DE CHAUFFAGE DIVISÉ AU BOIS**

MARS 2014

# ÉDITO

**L**e Grenelle Environnement a fixé pour les bâtiments neufs et existants des objectifs ambitieux en matière d'économie et de production d'énergie. Le secteur du bâtiment est engagé dans une mutation de très grande ampleur qui l'oblige à une qualité de réalisation fondée sur de nouvelles règles de construction.

Le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a pour mission, à la demande des Pouvoirs Publics, d'accompagner les quelque 370 000 entreprises et artisans du secteur du bâtiment et l'ensemble des acteurs de la filière dans la réalisation de ces objectifs.

Sous l'impulsion de la CAPEB et de la FFB, de l'AQC, de la COPREC Construction et du CSTB, les acteurs de la construction se sont rassemblés pour définir collectivement ce programme. Financé dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie grâce à des contributions importantes d'EDF (15 millions d'euros) et de GDF SUEZ (5 millions d'euros), ce programme vise, en particulier, à mettre à jour les règles de l'art en vigueur aujourd'hui et à en proposer de nouvelles, notamment pour ce qui concerne les travaux de rénovation. Ces nouveaux textes de référence destinés à alimenter le processus normatif classique seront opérationnels et reconnus par les assureurs dès leur approbation ; ils serviront aussi à l'établissement de manuels de formation.

Le succès du programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » repose sur un vaste effort de formation initiale et continue afin de renforcer la compétence des entreprises et artisans sur ces nouvelles techniques et ces nouvelles façons de faire. Dotées des outils nécessaires, les organisations professionnelles auront à cœur d'aider et d'inciter à la formation de tous.

Les professionnels ont besoin rapidement de ces outils et « règles du jeu » pour « réussir » le Grenelle Environnement.

**Alain MAUGARD**

Président du Comité de pilotage du Programme  
« Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »  
Président de QUALIBAT



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

## « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

[www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr)

# AVANT-PROPOS

Afin de répondre au besoin d'accompagnement des professionnels du bâtiment pour atteindre les objectifs ambitieux du Grenelle Environnement, le programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » a prévu d'élaborer les documents suivants :

**Les Recommandations Professionnelles « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »** sont des documents techniques de référence, préfigurant un avant-projet NF DTU, sur une solution technique clé améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur vocation est d'alimenter soit la révision d'un NF DTU aujourd'hui en vigueur, soit la rédaction d'un nouveau NF DTU. Ces nouveaux textes de référence seront reconnus par les assureurs dès leur approbation.

**Les Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »** sont des documents techniques sur une solution technique innovante améliorant les performances énergétiques des bâtiments. Leur objectif est de donner aux professionnels de la filière les règles à suivre pour assurer une bonne conception, ainsi qu'une bonne mise en œuvre et réaliser une maintenance de la solution technique considérée. Ils présentent les conditions techniques minimales à respecter.

**Les Calepins de chantier « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »** sont des mémentos destinés aux personnels de chantier, qui illustrent les bonnes pratiques d'exécution et les dispositions essentielles des Recommandations Professionnelles et des Guides « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 ».

**Les Rapports « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »** présentent les résultats soit d'une étude conduite dans le cadre du programme, soit d'essais réalisés pour mener à bien la rédaction de Recommandations Professionnelles ou de Guides.

**Les Recommandations Pédagogiques « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »** sont des documents destinés à alimenter la révision des référentiels de formation continue et initiale. Elles se basent sur les éléments nouveaux et/ou essentiels contenus dans les Recommandations Professionnelles ou Guides produits par le programme.

L'ensemble des productions du programme d'accompagnement des professionnels « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » est mis gratuitement à disposition des acteurs de la filière sur le site Internet du programme : <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr>



# Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>1 - Technologies des appareils de chauffage divisé au bois .....</b>	<b>7</b>
1.1. • Les poêles à bûches.....	7
1.2. • Les poêles à granulés .....	8
1.3. • Les poêles bouilleurs .....	9
1.4. • Les appareils à distribution d'air chaud .....	9
<b>2 - Caractérisation des installations visitées.....</b>	<b>11</b>
<b>3 - Évaluation du confort thermique .....</b>	<b>13</b>
3.1. • Les critères d'évaluation des conditions de confort.....	13
3.2. • Les mesures effectuées sur sites .....	14
3.3. • Résultats des mesures ponctuelles .....	15
3.4. • Résultats des mesures en continu .....	19
3.5. • Appréciation qualitative du niveau de confort thermique par les occupants.....	21
<b>4 - Évaluation du confort acoustique .....</b>	<b>23</b>
4.1. • Les mesures effectuées sur site .....	23
4.2. • Résultats des mesures.....	24
4.3. • Appréciation qualitative du niveau de confort acoustique par les occupants.....	26

# Introduction

---



Les cuisinières, les inserts et les poêles à bois sont des appareils destinés à chauffer principalement la pièce où ils sont installés : on parle d'appareils de chauffage divisé au bois.

Depuis quelques années, le marché a progressé et l'offre s'est fortement diversifiée. La technologie de l'appareil, son mode de diffusion de chaleur, sa régulation influent inévitablement sur les niveaux de confort thermique et acoustique des installations équipées.

Ce rapport a pour objectif d'établir un retour d'expériences qualitatif et quantitatif basé sur des visites techniques de maisons individuelles équipées d'appareils de chauffage divisé au bois. Il présente les résultats de mesures permettant d'évaluer les niveaux de confort thermo-hygrométrique et acoustique liés à la mise en place d'un appareil au bois.

Dix visites techniques sont réalisées. Chaque installation présente des caractéristiques variées en termes de technologie et de gestion de l'appareil au bois : poêles à bûches, à granulés avec modulation de puissance, avec ou sans distribution ou récupérateur d'air chaud, avec ou sans échangeur hydraulique (« bouilleur »).

Les mesures réalisées sur l'ensemble des sites sont les suivantes :

- des mesures ponctuelles de grandeurs susceptibles d'influencer le niveau de confort thermo-hygrométrique (température résultante sèche, vitesse d'air, humidité relative). Elles permettent de définir notamment un pourcentage de personnes en situation d'inconfort thermique ;
- des mesures enregistrées en continu (sur une période de 3 semaines) permettant, outre l'analyse du confort thermique, de connaître le fonctionnement réel de l'appareil en lien avec le comportement de l'utilisateur ;

- des mesures ponctuelles de niveaux de pression acoustique, permettant d'évaluer le confort acoustique propre à l'appareil au bois pour différentes configurations de fonctionnement (par exemple, pour différentes vitesses du ventilateur de soufflage d'air chaud et pour différents paliers de puissance de l'appareil).

L'analyse des mesures et des niveaux de confort établis sont mis en regard de l'appréciation qualitative du ressenti des occupants en matière thermique et acoustique.

Cette étude a été réalisée par le COSTIC (Comité Scientifique et Technique des Industries Climatiques).



# Technologies des appareils de chauffage divisé au bois

# 1



Seuls les poêles sont traités dans cette étude. Toutefois, les modes de diffusion de la chaleur et de régulation d'un insert à bois s'apparentant à ceux d'un poêle, les résultats obtenus dans le cadre de cette étude peuvent s'étendre aux inserts.

## 1.1. • Les poêles à bûches

Le fonctionnement d'un poêle à bûches est manuel : la puissance émise dépend directement de la charge en combustible de l'appareil et du réglage de l'amenée d'air primaire (et éventuellement secondaire) réalisés par l'utilisateur. Le comportement de l'utilisateur est donc une donnée essentielle vis-à-vis du critère de confort thermique retenu dans le cadre de cette étude. Il est fonction de l'utilisation qui est faite de l'appareil par l'utilisateur (chauffage principal ou d'appoint), de la présence ou non de l'utilisateur (pour le chargement de l'appareil) et du comportement de l'utilisateur vis-à-vis des charges en combustible (chargement matin et soir, chargement régulier).

Les poêles à bûches assurent généralement un chauffage par rayonnement et convection naturelle. L'appareil peut néanmoins être équipé d'un ventilateur souvent localisé en partie basse et pulsant l'air chaud.



▲ Figure 1 : Exemple de poêle à bûches

## 1.2. • Les poêles à granulés

Le fonctionnement d'un poêle à granulés est automatisé : un réservoir interne de combustible alimente le foyer de manière contrôlée, généralement par l'intermédiaire d'une vis sans fin.

Une modulation de la puissance de l'appareil est réalisée par variation du temps de fonctionnement de la vis et du débit du ventilateur d'extraction des fumées pour maintenir la température de consigne réglée par l'utilisateur.

Généralement, l'appareil s'arrête automatiquement en cas de dépassement de la consigne. Un fonctionnement en tout ou rien basé sur un différentiel de quelques degrés détermine en effet l'extinction et le ré-allumage.

Le poêle peut néanmoins ne pas s'arrêter et maintenir une puissance réduite une fois la température de consigne atteinte.

Les poêles à granulés peuvent assurer un chauffage uniquement par rayonnement et convection naturelle ou, plus généralement, par l'intermédiaire d'un système de soufflage d'air chaud. Les poêles disposent dans ce cas d'un ou plusieurs ventilateurs en façade et/ou sur les parois latérales afin de distribuer l'air chaud dans la pièce dans laquelle ils sont installés.





▲ Figure 2 : Exemple de poêle à granulés

### 1.3. • Les poêles bouilleurs

Les appareils de chauffage dit « à bouilleur » sont des cuisinières, des inserts ou des poêles équipés d'un échangeur hydraulique permettant l'alimentation en eau chaude d'un réseau de chauffage (par exemple par radiateurs) et/ou d'eau chaude sanitaire. Ils peuvent être à granulés ou à bûches.

En général, ces appareils sont plus puissants que les appareils sans bouilleur. Leurs puissances moyennes sont fréquemment comprises entre 15 et 20 kW (pour les appareils bûches) et peuvent aller jusqu'à 30 kW (pour les appareils granulés). Ils peuvent couvrir tout ou partie des besoins thermiques de l'habitation.

La régulation d'un appareil à bouilleur est un point primordial pour des aspects de sécurité et de confort.

### 1.4. • Les appareils à distribution d'air chaud

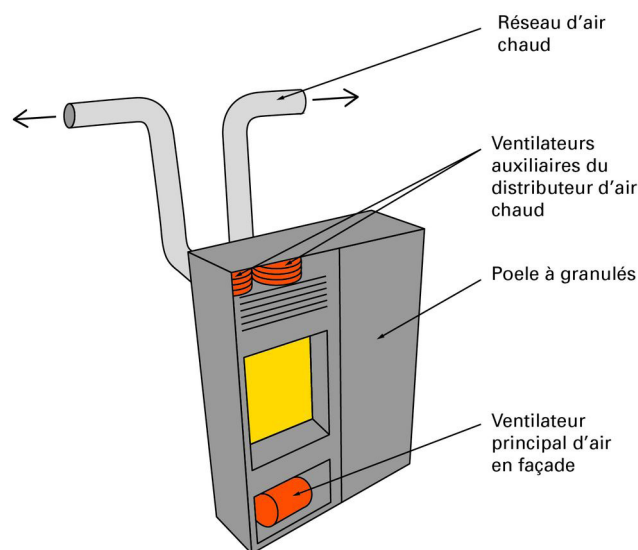
Un distributeur (ou dispositif de distribution) d'air chaud est une solution récupérant l'air réchauffé par l'appareil pour le distribuer dans au moins une autre pièce que celle où il se situe.

Cette solution existe pour des appareils à granulés ou à bûches. Les systèmes répertoriés à ce jour sont :

- les systèmes utilisant le carénage de l'appareil (Figure 3) : des passages d'air sont créés pour permettre le chauffage de l'air ambiant par le foyer de combustion. Un ou plusieurs ventilateurs forcent la convection à travers un échangeur et distribuent ensuite l'air chauffé dans un réseau aéraulique vers les pièces disposant des bouches de soufflage ;



- les systèmes utilisant l'air préchauffé dans la hotte d'un appareil (insert). Ils permettent de récupérer l'air chauffé par l'insert à l'intérieur de la hotte. Ils sont plus adaptés aux appareils à bûches car ces derniers libèrent plus de chaleur que les appareils à granulés ;
- les systèmes utilisant l'air préchauffé par un échangeur sur le conduit de fumée. Ils peuvent être adaptés à des appareils de chauffage au bois à bûches (poêle ou insert). Ces systèmes sont peu répandus sur le marché.



▲ Figure 3 : Exemple de système de distribution d'air chaud (carénage) sur un poêle à granulés

## Caractérisation des installations visitées

---

# 2



Les visites et les mesures sont réalisées sur 10 maisons individuelles équipées de poêles à bois. Le panel d'installations retenu est représentatif du marché actuel et est caractérisé par :

- une répartition homogène entre le neuf et l'existant ;
- une répartition régionale des installations ;
- une représentativité des caractéristiques propres à l'appareil (technologie, puissance installée, performance, mode de régulation) ;
- une variété d'entreprises d'installation.

En outre, le panel est naturellement choisi en regard :

- du marché existant : par exemple, les installations avec distributeur d'air chaud sont généralement des systèmes utilisant le carénage d'un poêle à granulés ;
- de l'objectif visé par l'étude : les sources de bruits pouvant occasionner une gêne acoustique concernent essentiellement les poêles à granulés.



Le tableau de la (Figure 4) donne les caractéristiques principales des installations visitées.

Sites	Régions	Appareils bois	Caractéristiques thermiques	Puissance (en kW)	Diffusion de chaleur	Régulation *
n°1	Alsace	Granulés	RT2005	2,4 à 8	non	Consigne maintenue à 21°C
n°2	Alsace	Granulés	BBC	0 à 6,5	oui	Consigne maintenue à 21°C
n°3	Isère	Granulés à bouilleur	Années 2000	4 à 15,2	oui	Consigne à 19°C avec arrêt
n°4	Pyrénées-Atlantiques	Granulés à bouilleur	1960 (rénové)	3 à 15	oui	Consigne maintenue à 21°C
n°5	Lorraine	Bûches à bouilleur	BBC	9	non	-
n°6	Provence-Alpes-Côte d'Azur	Bûches à bouilleur	RT2005	9	non	-
n°7	Pyrénées-Atlantiques	Granulés à distribution d'air chaud	RT2005	3,2 à 8	oui	Consigne à 21°C avec arrêt
n°8	Pyrénées-Atlantiques	Granulés à distribution d'air chaud	1982	2,4 à 11,5	oui	Consigne à 21°C avec arrêt
n°9	Pyrénées-Atlantiques	Granulés à distribution d'air chaud	1982	3,2 à 9	oui	Consigne à 20°C avec arrêt
n°10	Isère	Granulés à distribution d'air chaud	1988 (rénové)	2,8 à 12	oui	Consigne à 19°C avec arrêt

(\*) Le dépassement de la consigne de température engendre l'arrêt de l'appareil ou son maintien à puissance réduite (voir chapitre (cf. 1.2)).

▲ Figure 4 : Caractéristiques techniques principales des sites visités

# Évaluation du confort thermique

# 3



Des mesures ponctuelles et continues sont réalisées sur les 10 installations visitées. En parallèle, une enquête sous forme de questionnaire est menée auprès des utilisateurs afin de connaître leurs ressenti, comportement et habitude vis-à-vis de leur appareil à bois : fréquence de chargement pour les poêles à bûches, consignes de température pour les poêles à granulés et paramétrage de la régulation notamment.

## 3.1. • Les critères d'évaluation des conditions de confort

L'étude du confort thermique est complexe. Il dépend, en effet, de nombreux paramètres tant physiologiques que psychologiques, qui rendent son interprétation subjective. Aussi, afin de faciliter son analyse, plusieurs critères permettant son évaluation sont définis. Ces critères sont à la fois liés à l'ambiance (température de l'air, température résultante sèche, vitesse de l'air et humidité relative de l'air) et à l'individu (activité physique et vêture de la personne). Les indicateurs sont calculés à partir des mesures réalisées.

### La température résultante sèche

Elle est représentative de la sensation de confort perçue par le corps humain. Elle est définie, en première approche, comme la moyenne de la température de l'air ambiant et de la température moyenne radiante des parois.

**L'hiver, en période de chauffage et en considérant un travail sédentaire, la température résultante sèche recommandée selon la norme NF EN ISO 7730 est de 20 à 24°C.**



## L'indice de gêne par courant d'air (DR, Draught Rating)

L'insatisfaction thermique peut être due à un refroidissement (ou réchauffement) local du corps. La cause la plus fréquente de cet inconfort est le courant d'air. L'indice DR caractérise la gêne par courant d'air ressentie par l'être humain dans une ambiance donnée. Il quantifie le pourcentage prévisible de personnes insatisfaites. Il est calculé à partir des mesures de vitesse d'air, d'intensité de turbulence et de température moyenne d'air.

**La vitesse d'air à ne pas dépasser est fixée à 0,2 m/s. Un seuil limite de 20 % est recommandé pour l'indice de gêne par courant d'air.**

## Le vote moyen prévisible (PMV, Predicted Mean Vote) et le pourcentage prévisible d'insatisfaits (PPD, Percentage of Persons Dissatisfied)

Basés sur une approche statistique, ces critères permettent d'évaluer les conditions de confort thermique dans une ambiance donnée. Leur calcul repose sur la mesure de la température résultante sèche et de la vitesse d'air.

**Conformément aux préconisations de la norme NF EN 15251, le pourcentage prévisible d'insatisfaits (PPD) recommandé est inférieur à 10 %.**

## L'humidité relative

C'est un paramètre important sur le plan du confort thermo-hygrométrique mais également sur le plan sanitaire.

**On considère généralement que des valeurs d'humidité relative entre 40 et 60 %, voire entre 30 et 70 %, sont acceptables sur le plan du confort.**

## 3.2. • Les mesures effectuées sur sites

### Les mesures ponctuelles

Les mesures sont effectuées dans la pièce où se situe le poêle à bois et le cas échéant dans les pièces adjacentes. Elles sont réalisées à une hauteur comprise entre 1,10 et 1,50 m environ au-dessus du sol et à une distance de 2 à 3 m environ de l'appareil. Les mesures ponctuelles réalisées sur l'ensemble des sites sont les suivantes :

- la température résultante sèche ;
- la vitesse d'air et l'intensité de turbulence ambiante ;
- l'humidité relative ambiante.

Afin d'être représentatives des conditions de confort des utilisateurs, les mesures sont réalisées en régime établi et pour un mode de fonctionnement usuel du poêle par les occupants :

- le mode de régulation sélectionné est représentatif de celui habituellement choisi par l'utilisateur du poêle à granulés ;
- l'utilisation du poêle à bûches est représentative du comportement de l'utilisateur vis-à-vis des charges en combustible.

Pour les poêles à distribution d'air chaud, des mesures complémentaires de température de soufflage et de vitesse d'air sont réalisées au niveau des bouches de sorties d'air. Ces mesures sont effectuées pour différents couples « puissance – vitesse de soufflage » de l'appareil.

### Les mesures enregistrées

Des mesures en continu sont venues compléter les mesures ponctuelles. Les enregistrements sont réalisés sur une période de 3 semaines au moyen d'enregistreurs autonomes avec un pas de temps de 10 minutes. Ils permettent, outre l'analyse du confort thermique, de connaître le fonctionnement réel de l'appareil au bois en lien avec le comportement de l'utilisateur. Les mesures réalisées sur l'ensemble des sites sont les suivantes :

- la température ambiante ;
- l'humidité relative.

Les enregistreurs sont placés dans la pièce où est installé l'appareil de chauffage au bois. A noter que pour les systèmes à distribution d'air chaud et les appareils à bouilleurs, des mesures complémentaires dans les autres pièces de vie desservies sont effectuées.

## 3.3. • Résultats des mesures ponctuelles

### La température résultante sèche

On donne, pour l'ensemble des sites visités (Figure 5), les températures résultantes sèches mesurées dans la pièce où est localisé l'appareil.

Elles sont comprises entre 17,5 et 21°C. Les valeurs minimale (20°C) et maximale (24°C) recommandées par la norme NF EN ISO 7730 sont repérées sur le graphe.

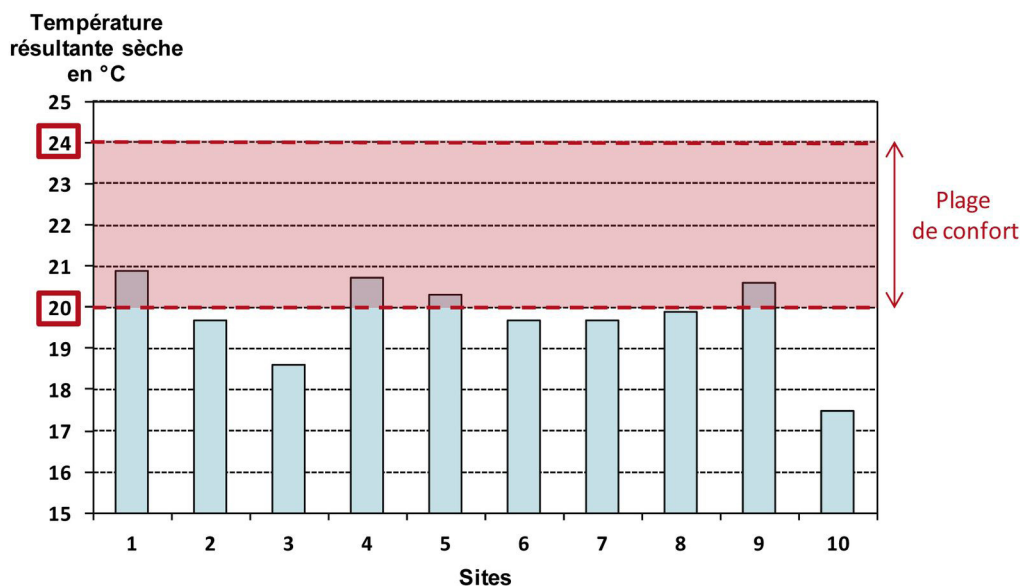
Pour la majorité des sites (8 sur 10), les valeurs mesurées sont comprises entre 19,5 et 21°C. Le confort pour ces installations est jugé acceptable.

Deux sites (n°3 et 10) affichent des températures inférieures aux températures résultantes recommandées. On rappelle que la consigne de l'appareil (température d'air) de ces deux sites est fixée à 19°C. Du fait de températures moyennes de parois relativement faibles, les mesures de la température ressentie sont naturellement inférieures à 19°C.



Pour les sites équipés d'un poêle à bûches (n°5 et 6), les conditions d'utilisation de l'appareil ne reflètent pas les pratiques courantes (chargement du poêle avec trois bûches, quantité pour un fonctionnement à puissance nominale). En effet, les usagers des poêles à bûches indiquent généralement réaliser une charge maximale le matin et/ou à partir de la fin de journée.

Les mesures en continu permettront de confirmer ou d'infirmer ces pratiques pouvant impliquer des surchauffes et donc un inconfort pour les usagers.



▲ Figure 5 : Températures résultantes sèches mesurées ponctuellement sur l'ensemble des sites visités

## A RETENIR

Pour la majorité des installations, les températures résultantes sont comprises entre 19,5 et 21°C. Les températures trop basses constatées pour 2 sites résultent du réglage d'une température de consigne peu élevée par l'occupant.

### L'indice de gêne par courant d'air

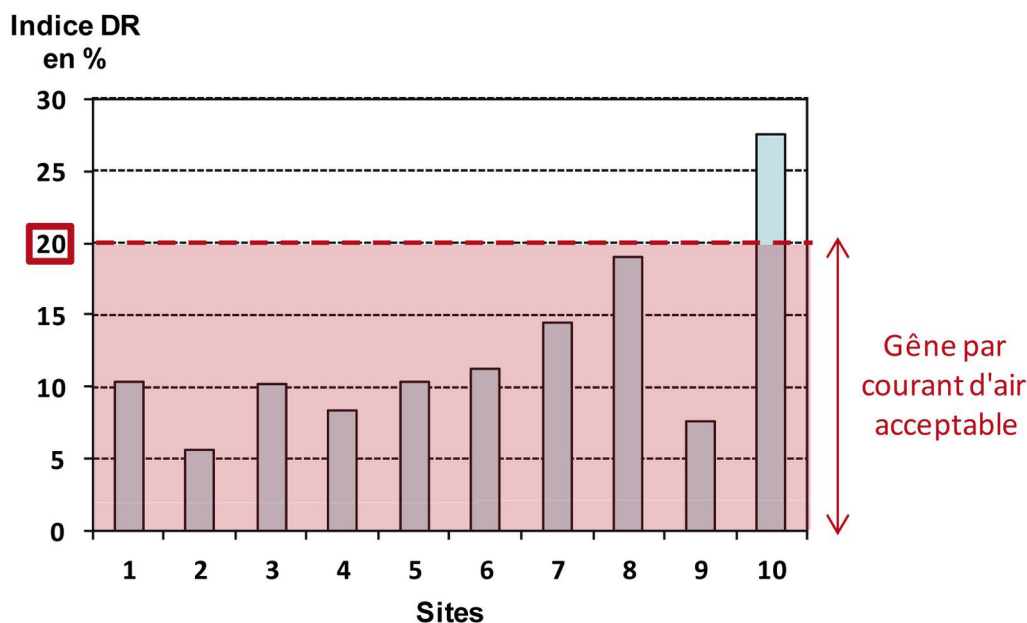
Les vitesses d'air mesurées ponctuellement dans la pièce où est installé l'appareil sont comprises entre 0,07 et 0,17 m/s.

Pour les appareils raccordés à un distributeur d'air chaud, des mesures complémentaires sont effectuées au centre des pièces desservies. Pour les 4 sites, les vitesses d'air varient de 0,11 à 0,15 m/s.

Ces valeurs sont acceptables puisqu'inférieures au seuil limite défini de 0,2 m/s. Elles sont corrélées par des valeurs de gêne par courant d'air (DR) inférieures à 20 % pour 9 sites sur 10. On donne (Figure 6), les indices de gêne calculés sur l'ensemble des sites visités.



Le site présentant une valeur supérieure à 20 % correspond au site n°10 équipé d'un distributeur d'air chaud. L'inconfort est la conséquence d'une vitesse d'air de 0,17 m/s et d'une température moyenne d'air faible de 18°C.



▲ Figure 6 : Indices de gênes par courant d'air mesurés ponctuellement sur l'ensemble des sites visités

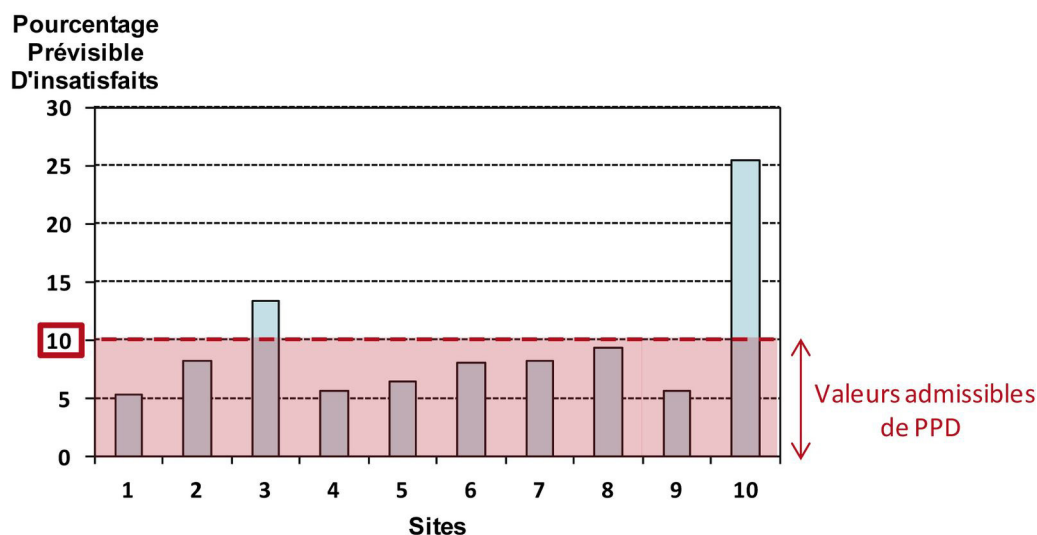
## A RETENIR

Les mesures réalisées montrent un indice de gêne par courant d'air satisfaisant, inférieur à 20 %, pour la majorité des installations visitées. Ainsi, les appareils équipés de ventilateur(s) de diffusion d'air chaud n'engendrent pas d'inconfort particulier.

### Le pourcentage prévisible d'insatisfaits (PPD)

On donne (Figure 7), le pourcentage de personnes en situation d'inconfort thermique calculé à partir des mesures de la vitesse d'air et de la température résultante sèche. Il est déterminé pour une activité sédentaire et pour un habillement hivernal.

Sur 8 sites sur 10, le pourcentage de personnes gênées thermiquement est inférieur à 10 %. Le niveau de confort thermique est donc jugé acceptable pour ces installations. Pour les sites n°3 et 10, les températures largement inférieures aux températures résultantes recommandées par la norme NF EN ISO 7730 (Figure 5) sont corrélées par des valeurs de PPD supérieures à 10 %, respectivement de 13 et 25 %. Elles sont la conséquence d'une température résultante sèche faible et d'une vitesse d'air relativement importante.



▲ Figure 7 : Pourcentages prévisibles d'insatisfaits mesurés ponctuellement sur l'ensemble des sites visités

## A RETENIR

Le pourcentage de personnes gênées thermiquement est pour une majorité d'installations inférieur à 10 %. Il est donc conforme aux recommandations de la norme NF EN 15251. L'inconfort constaté pour 2 sites résulte du réglage d'une température de consigne peu élevée par l'occupant.

### Les températures et débits de soufflage aux bouches des distributeurs d'air chaud

Les températures de soufflage mesurées au niveau des bouches sont comprises entre 21 et 57°C pour 3 sites (sur 4) équipés d'un distributeur d'air chaud. Pour du chauffage à air chaud, il est généralement conseillé de ne pas dépasser des écarts de 25 K entre la température de soufflage et la température ambiante souhaitée (selon la hauteur, la vitesse et la typologie de la bouche).

Pour le site n°9, les températures sont excessives. Une valeur de 84°C a été relevée. Ce constat s'explique par la conception particulière de l'installation : l'air est insufflé dans une unique bouche directement dans le couloir adjacent au séjour, à une distance d'1 m de l'appareil.

On observe des débits d'air insufflés aux bouches globalement faibles en raison des pertes de charges élevées des conduits. Ils varient de 7 à 50 m<sup>3</sup>/h, soit une puissance estimée très faible variant de 30 à 260 W pour les 3 sites.

Pour le site n°9, un débit de 100 m<sup>3</sup>/h a été relevé à une puissance et une vitesse maximales des ventilateurs. La puissance émise est de 1,8 kW.



### 3.4. • Résultats des mesures en continu

Pour compléter les mesures ponctuelles de température faites lors des visites, il a été décidé d'enregistrer en continu les températures ambiantes ainsi que l'humidité relative.

En effet, le fonctionnement réel du poêle (notamment des poêles à granulés) en lien avec le comportement de l'utilisateur (notamment vis-à-vis des scénarii de rechargement des poêles à bois et de la gestion des phases d'extinction des poêles à granulés) n'a pas pu être évalué lors des mesures ponctuelles.

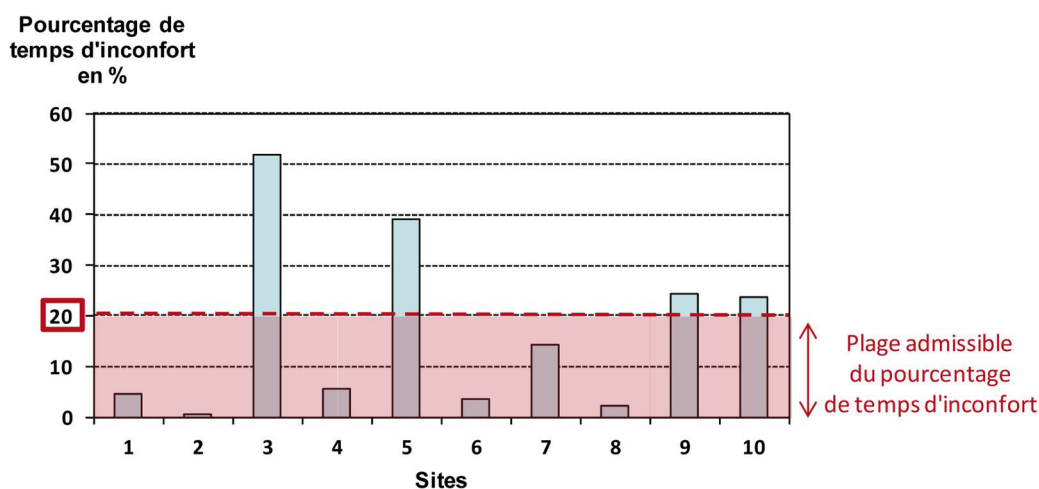
Pour les 10 sites, la température ambiante de la pièce où est situé l'appareil est enregistrée toutes les 10 minutes sur une durée de 3 semaines.

Ces données ont fait l'objet d'une analyse visant à déterminer le critère d'inconfort sur cette période. Le pourcentage de temps d'inconfort a été établi en fixant un intervalle de température ambiante de confort de 20 à 24°C pour les pièces de vie et de 16 à 24°C pour les chambres et pièces de transit. Ce critère est calculé sur les seules plages de présence des occupants, définies par le niveau de température ambiante mesuré. Afin de juger du niveau de confort des occupants, une limite acceptable de 20 % de temps d'inconfort est fixée.

L'analyse des températures sur la base de ce critère a confirmé les principales observations issues des mesures ponctuelles effectuées.

Comme le montre la (Figure 8), pour les 10 installations :

- 6 installations se sont révélées confortables avec un pourcentage de temps d'inconfort inférieur à 20 % ;
- 4 installations ont un pourcentage de temps d'inconfort supérieur à 20 % (de 23, 24, 39 et 52 %).



▲ Figure 8 : Pourcentages de temps d'inconfort calculés pour les différents sites (par analyse des températures ambiantes sur plusieurs semaines)



L'inconfort identifié sur les 4 sites est dû :

- à des températures ambiantes trop basses pour 3 sites équipés d'un appareil à granulés ;
- à des températures ambiantes trop élevées pour le site équipé d'un appareil à bûches à bouilleur.

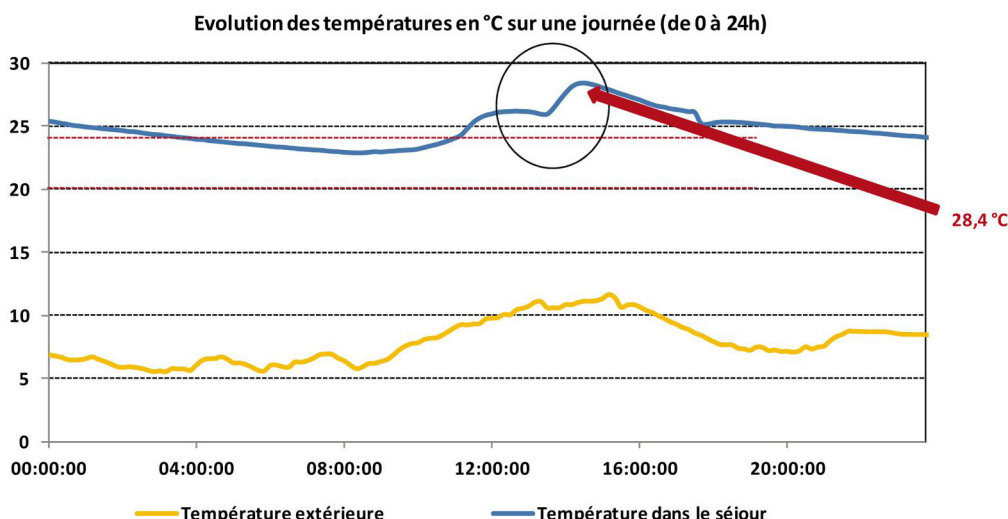
Les faibles températures observées sur les sites équipés d'un poêle à granulés (n°3, 9 et 10) ne semblent pas résulter d'un sous-dimensionnement de l'appareil. En effet, les enregistrements montrent que pour des températures extérieures basses, l'appareil est toujours en mesure de maintenir la température de consigne réglée par les occupants.

Les températures ambiantes faibles sont en fait la conséquence du réglage d'une consigne peu élevée par l'occupant ou d'un fonctionnement volontaire à faible puissance.

On note que l'ensemble des poêles à granulés modulent leurs puissances pour maintenir la température de consigne et s'arrêtent en cas de dépassement de cette dernière. Une température de consigne trop basse et un différentiel élevé, qui déterminent les phases d'extinction et de ré-allumage du poêle, peuvent également expliquer des températures ambiantes trop basses.

Sur le site équipé d'un poêle à bûches bouilleur (n°5), les mesures de température sont apparues trop élevées, variant de 23,4 à 28,8°C sur les périodes de présence des occupants. Le pourcentage de temps d'inconfort a montré que la limite haute de confort de 24°C est dépassée pendant 39 % du temps de présence des occupants. Ces résultats s'expliquent en partie par la configuration inhabituelle de l'installation (l'eau chaude produite par le poêle alimente un échangeur air/eau placé dans le réseau de ventilation double flux) et par le comportement des usagers qui chargent trop fortement l'appareil.

Le graphique de la (Figure 9) illustre le fonctionnement du poêle pour une journée d'hiver. On remarque que la température ambiante est très élevée malgré une température extérieure variant de 5 à 11°C. Le poêle est rechargé dans l'après-midi, avec pour conséquence une température ambiante presque toujours supérieure à 24°C. Cet inconfort est d'autant plus marqué qu'il s'agit d'un bâtiment bien isolé de niveau BBC (Bâtiment Basse Consommation).



▲ Figure 9 : Mise en évidence de surchauffes dues à une mauvaise gestion de la charge du poêle à bûches (site n°5)

Les enregistrements d'humidité relative ambiante révèlent des valeurs acceptables. Sur la majorité des sites, l'humidité relative moyenne sur la période d'observation varie de 30 à 50 %.

Toutefois, des pourcentages d'humidité relative ponctuellement faibles sont relevés sur 4 sites (n°1, 4, 5 et 6) avec des valeurs minimales pouvant atteindre 20 %. Ils s'expliquent par des températures d'air trop élevées dans les pièces et par la présence de la VMC double flux alimentée par l'échangeur air/eau du poêle bouilleur sur le site n°5 (la VMC insuffle de l'air extérieur préchauffé par le poêle directement dans la pièce où il est installé).

## A RETENIR

Un pourcentage de temps d'inconfort supérieur à 20 % est relevé sur 4 sites sur 10. Il s'explique :

- pour les installations équipées de poêles à bûches, par des températures trop élevées qui sont la conséquence fréquente d'un chargement excessif de l'appareil ;
- pour les installations équipées de poêles à granulés, par des températures faibles relevant d'un mode de régulation économe ou d'une température de consigne basse définie par les occupants.

### 3.5. • Appréciation qualitative du niveau de confort thermique par les occupants

Afin de confirmer ou d'infirmer les conclusions des mesures effectuées, il est demandé aux occupants de juger des conditions de confort thermique procurées par leur appareil de chauffage au bois.



Les occupants s'avèrent dans l'ensemble satisfaits du confort thermique et du fonctionnement :

- aucune surchauffe n'est signalée ;
- des températures ambiantes trop basses sont mentionnées sur 2 sites. Dans les deux cas, elles sont imputables à une gestion volontairement économe par l'occupant ;
- un seul usager fait part d'une légère gêne par courant d'air liée à la présence du ventilateur en façade du poêle.

On notera que sur 9 sites sur 10 visités, les occupants sont propriétaires et sont à l'origine du choix d'installation du poêle à bois dans leur habitation.

# Évaluation du confort acoustique

# 4



Un appareil divisé au bois peut être à l'origine d'une gêne acoustique. Les principales sources de bruit identifiées sont :

- le système d'alimentation pour les appareils à granulés ;
- la présence de ventilateurs : pour l'extraction des fumées et pour le soufflage d'air chaud.

## 4.1. • Les mesures effectuées sur site

Les niveaux de pression acoustique sont mesurés au centre de la pièce où est installé l'appareil de chauffage au bois.

La pondération de type A est utilisée puisqu'elle correspond à la sensibilité de l'oreille humaine vis-à-vis des bruits courants. Les limites hautes acceptables sont celles définies dans l'arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation :

- 35 dB(A) dans les pièces principales ;
- 50 dB(A) dans la cuisine.

Les niveaux sonores sont relevés par bandes de fréquence.

Pour évaluer le confort acoustique propre à l'appareil au bois (système d'alimentation et ventilateurs), les niveaux de pression acoustique sont mesurés :

- avec l'appareil bois éteint (correspondant au niveau ambiant) ;
- avec l'appareil bois allumé pour plusieurs paliers de puissance du poêle (de la puissance minimale à la puissance maximale) ;
- avec l'appareil bois allumé pour plusieurs vitesses du ventilateur de soufflage d'air chaud (ventilateur éteint, puis de la vitesse minimale à la vitesse maximale).



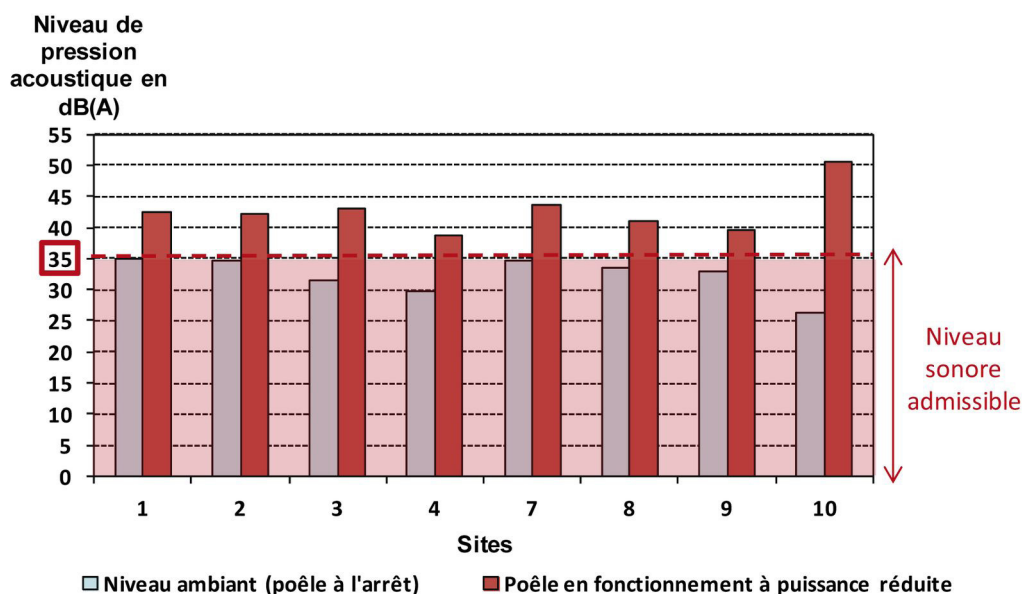
Le thermostat d'ambiance du poêle est désactivé pour les mesures : le poêle fonctionne alors en permanence à la puissance fixée. La vitesse du ventilateur de soufflage d'air chaud est réglée en mode manuel.

## 4.2. • Résultats des mesures

Les niveaux acoustiques ne sont pas mesurés pour les 2 sites équipés de poêles à bûches pour lesquels le chauffage est assuré par rayonnement et convection naturelle. L'appareil n'est pas équipé d'un ventilateur pulsant l'air chaud.

La (Figure 10) présente les niveaux de pression acoustique mesurés sur 8 sites pour le poêle à granulés fonctionnant à puissance réduite. Ces valeurs sont comparées aux niveaux mesurés lorsque l'appareil ne fonctionne pas afin de juger du bruit ambiant et par conséquent de l'émergence.

Le seuil réglementaire de 35 dB(A) retenu, y compris pour les 2 sites pour lesquels le poêle est localisé dans l'entrée de la maison (n°3 et 10), est repéré sur la (Figure 10).



▲ Figure 10 : Niveaux de pression acoustique mesurés sur les différents sites avec l'appareil à l'arrêt et en fonctionnement à puissance réduite (sauf pour le site n°10)

Lorsque le poêle ne fonctionne pas, les niveaux de pression acoustique ambiants se situent entre 26 et 35 dB(A). Ces valeurs sont globalement élevées, seuls 2 sites ont un niveau de bruit résiduel inférieur à 30 dB(A).

A puissance et vitesse de ventilateur réduites, le bruit généré par les poêles en fonctionnement est supérieur à 40 dB(A) dans 6 cas sur 8. A noter que le niveau sonore élevé sur l'installation n°10 correspond à un fonctionnement à puissance et vitesse de ventilateur intermédiaires, et non réduites.



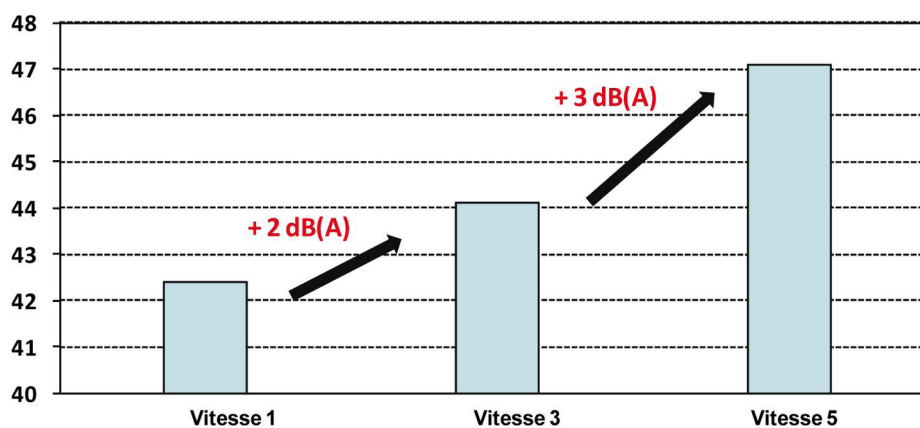


Les niveaux de pression acoustique mesurés sur les 8 installations de poêles à granulés dépassent le seuil réglementaire de 35 dB(A) en fonctionnement à puissance et vitesse de ventilateur réduites. A titre de comparaison, on juge calme une ambiance dont le niveau sonore est compris entre 25 et 35 dB(A).

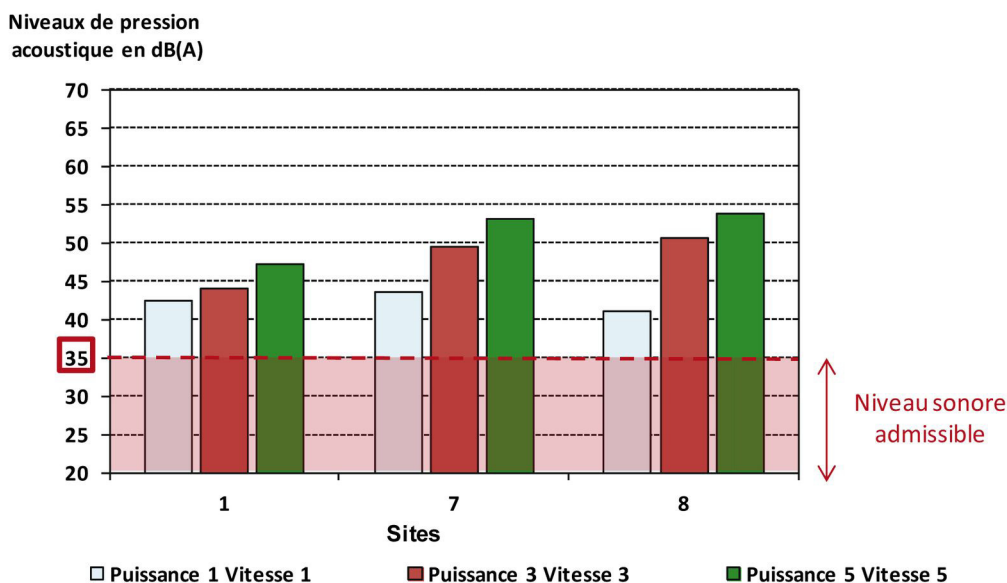
Lorsque cela était possible sur l'appareil, des mesures complémentaires à différentes puissances et vitesses de ventilateur des poêles à granulés ont été effectuées. Ces mesures ont permis de mettre en évidence leur influence sur le niveau de pression acoustique :

- la (Figure 11) montre l'augmentation sonore engendrée par le passage à une vitesse supérieure (vitesse 1, 3 puis 5) pour le site n°1. Le niveau sonore relevé passe de 42 à 47 dB(A) respectivement pour un fonctionnement à vitesse réduite et à vitesse de ventilateur maximale, pour une puissance réduite ;
- la (Figure 12) illustre l'incidence de la puissance et de la vitesse sur les sites n°1, 7 et 8. Les valeurs de niveaux de pression acoustique sont mesurées avec 1 seul ventilateur en fonctionnement sur le poêle du site n°1 alors que les 2 ventilateurs des poêles des sites n°7 et 8 fonctionnent.

Niveaux de pression acoustique en dB(A)



▲ Figure 11 : Niveaux de pression acoustique mesurés sur le poêle à granulés du site n°1 pour différentes vitesses de ventilateur (à puissance réduite)



▲ Figure 12 : Niveaux de pression acoustique mesurés sur trois sites pour différentes puissances et vitesses du ventilateur

Sur les sites n°2 et 3, des mesures du niveau de pression acoustique sont réalisées durant la phase d'arrêt du poêle à granulés. Les valeurs relevées sont respectivement de 45 et 52 dB(A). Elles sont proches de celles mesurées à puissance et vitesse maximales de l'appareil, respectivement de 45,5 et 54,5 dB(A) sur ces deux sites. Ce niveau de bruit est d'autant plus gênant que pour certains modèles la phase d'arrêt du poêle peut durer plus de 20 minutes. À titre de comparaison, un lave-linge en fonctionnement génère généralement un bruit proche de 55 dB(A).

Des mesures de niveaux acoustiques ont également été réalisées dans les pièces desservies par un système de distribution d'air chaud. Le niveau sonore constaté n'est pas systématiquement inférieur à celui de la pièce où est installé l'appareil. Le niveau sonore dans ces pièces est d'autant plus critique que la bouche est proche du ventilateur de soufflage et que le rapport entre le diamètre de la bouche et le débit circulant dans les conduits aérauliques est faible.

### 4.3. • Appréciation qualitative du niveau de confort acoustique par les occupants

Il est demandé aux occupants de juger des conditions de confort acoustique liées à la présence du poêle. Alors que les relevés indiquent des niveaux sonores supérieurs à la limite réglementaire, les occupants ne semblent pas affectés par le bruit de fonctionnement de l'appareil de chauffage au bois.

Ainsi, la plupart estiment qu'après une certaine période d'adaptation aux bruits du système d'alimentation en granulés et des ventilateurs, son fonctionnement ne perturbe par leur quotidien. Certains d'entre eux regrettent cependant le bruit généré par l'appareil lorsqu'il fonctionne à pleine puissance.

A noter que pour la majorité des sites (9 sur 10), les occupants sont les propriétaires et que ce sont eux qui ont fait installer le poêle. Ils disent avoir été prévenus en amont des risques de bruits liés à son fonctionnement.

## A RETENIR

Du fait d'une alimentation en combustible manuelle et d'un chauffage généralement par rayonnement, les poêles à bûches sont peu bruyants.

Pour les poêles à granulés, au-delà du système d'alimentation, les ventilateurs de diffusion d'air chaud et d'extraction des fumées sont la principale source de bruit. Afin de limiter l'impact de l'appareil sur le confort acoustique des usagers, il convient d'éviter les fonctionnements à puissance et vitesse de ventilateur maximales. Ils sont généralement associés aux phases de relances ou aux jours de grands froids et sont plus courants lorsque le poêle fait office de système de chauffage principal.

Aussi, afin de prévenir tous désagréments à l'utilisation, l'installateur se doit d'alerter les usagers des gênes acoustiques consécutives à des périodes de fonctionnement à pleine puissance de l'appareil. Suite à un arrêt du poêle, il peut, par exemple, conseiller des relances progressives – éventuellement programmées.

Certains poêles de nouvelle génération permettent un démarrage du ventilateur de soufflage uniquement pour des puissances supérieures à 40 %. D'autres proposent un mode "silence" impliquant un chauffage uniquement par rayonnement et convection naturelle.

## **PARTENAIRES du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »**

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) ;
- Association des industries de produits de construction (AIMCC) ;
- Agence qualité construction (AQC) ;
- Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du bâtiment (CAPEB) ;
- Confédération des organismes indépendants de prévention, de contrôle et d'inspection (COPREC Construction) ;
- Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) ;
- Électricité de France (EDF) ;
- Fédération des entreprises publiques locales (EPL) ;
- Fédération française du bâtiment (FFB) ;
- Fédération française des sociétés d'assurance (FFSA) ;
- Fédération des promoteurs immobiliers de France (FPI) ;
- Fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'Ingénierie et du Numérique (Fédération CINOV) ;
- GDF SUEZ ;
- Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie ;
- Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement ;
- Plan Bâtiment Durable ;
- SYNTEC Ingénierie ;
- Union nationale des syndicats français d'architectes (UNSFA) ;
- Union nationale des économistes de la construction (UNTEC) ;
- Union sociale pour l'habitat (USH).

Les productions du Programme « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 » sont le fruit d'un travail collectif des différents acteurs de la filière bâtiment en France.



## LE CONFORT DES INSTALLATIONS DE CHAUFFAGE DIVISÉ AU BOIS

MARS 2014

Ce rapport présente les résultats de mesures de confort thermique et acoustique effectuées sur 10 maisons individuelles équipées d'appareils de chauffage divisé au bois.

Les sites visités sont répartis sur la France et présentent des caractéristiques variées en termes de technologie et de gestion de l'appareil au bois : poêles à bûches, à granulés avec modulation de puissance, avec ou sans distribution ou récupérateur d'air chaud, avec ou sans échangeur hydraulique (« bouilleur »).

Sont disponibles sur l'ensemble des sites :

- des mesures ponctuelles de grandeurs susceptibles d'influencer le niveau de confort thermo-hygrométrique (température résultante sèche, vitesse d'air, humidité relative). Elles permettent de définir notamment un pourcentage de personnes en situation d'inconfort thermique ;
- des mesures enregistrées en continu (sur une période de 3 semaines) permettant, outre l'analyse du confort thermique, de connaître le fonctionnement réel de l'appareil en lien avec le comportement de l'utilisateur ;
- des mesures ponctuelles de niveaux de pression acoustique, permettant d'évaluer le confort acoustique propre à l'appareil au bois et ce pour différentes configurations de fonctionnement (par exemple, pour différentes vitesses du ventilateur de soufflage d'air chaud et pour différents paliers de puissance de l'appareil).

L'analyse des mesures et les critères de confort sont mis en regard de l'appréciation qualitative du ressenti des occupants en matière thermique et acoustique.



PROGRAMME D'ACCOMPAGNEMENT DES PROFESSIONNELS

### « Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 »

Ce programme est une application du Grenelle Environnement. Il vise à revoir l'ensemble des règles de construction, afin de réaliser des économies d'énergie dans le bâtiment et de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

[www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr](http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr)

