



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

www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr

RAPPORT

**QUALITÉ TECHNIQUE
DES INSTALLATIONS
DE CHAUFFAGE DIVISÉ
À GRANULÉS**

AVEC RÉSEAU D'AIR CHAUD

FÉVRIER 2015

NEUF-RENOVATION

ÉDITO

Le 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

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

Introduction	5
1 - Technologies des appareils à granulés avec réseau d’air chaud	7
1.1. • Principe de fonctionnement.....	7
1.2. • Les règles techniques existantes	9
2 - Caractérisation des installations visitées	10
3 - Indicateurs pour l’évaluation du confort	12
4 - Évaluation de la qualité d’air intérieure	14
4.1. • La problématique	14
4.2. • Les indicateurs pour l’évaluation de la qualité d’air intérieure.....	15
4.3. • Résultats des mesures de qualité d’air intérieure	15
5 - Évaluation du confort thermique	18
5.1. • Les critères d’évaluation.....	18
5.2. • Les mesures pour l’évaluation du confort thermique.....	19
5.3. • Résultats des mesures d’humidité relative ambiante.....	20
5.4. • Résultats des mesures de température résultante sèche.....	20
5.5. • Résultats des mesures d’écart de température entre l’air soufflé et l’ambiance.....	23
5.6. • Résultats des mesures de taux de brassage.....	24
6 - Evaluation du confort acoustique	26
6.1. • La problématique	26
6.2. • Les mesures réalisées sur site	26
6.3. • Résultats des mesures.....	27
7 - Qualité technique des installations visitées	31
7.1. • Les bouches de soufflage	31
7.2. • Le réseau d’air chaud	34
7.2.1. • Choix des matériaux.....	34
7.2.2. • Etanchéité et calorifuge.....	34
7.2.3. • Puissances distribuées sur l’air	36
7.2.4. • Pertes de charge	37
7.2.5. • Equilibrage du réseau	38



Introduction



Les poêles à granulés de bois sont des appareils généralement 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, notamment d'un point de vue de la diffusion de chaleur. On retrouve des poêles à granulés :

- à convection naturelle : ils assurent le chauffage de la pièce par rayonnement et convection naturelle ;
- ventilés : ils sont équipés d'un système de soufflage d'air chaud. Un ou plusieurs ventilateurs en façade et/ou sur les parois latérales distribuent l'air chaud dans la pièce où l'appareil est installé ;
- avec bouilleur : ils sont 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 ;
- avec réseau d'air chaud (appelés aussi « canalisables ») : ce sont des poêles ventilés. Ils sont équipés de conduits raccordés sur l'arrière de l'appareil et dirigés vers les pièces à chauffer autres que celle où est installé l'appareil.

Ce rapport a pour objectif d'établir un retour d'expériences qualitatif et quantitatif basé sur des visites techniques et des mesures de confort en maisons individuelles équipées de poêles à granulés avec réseau d'air chaud. Cinq visites techniques sont réalisées. Elles permettent d'accéder aux installations réelles afin d'identifier les bonnes pratiques ainsi que les éventuelles malfaçons.



Chaque installation présente des caractéristiques variées en termes de technologie et plus précisément en :

- nombre de sorties raccordées de l’appareil ;
- nombre de bouches de soufflage ;
- nombre et type de pièces desservies ;
- diamètre et longueur des conduits du réseau aéraulique.

Cette synthèse fait état des principaux enseignements obtenus suite aux visites et tend à apporter des pistes d’amélioration concernant les réseaux d’air chaud associés à des poêles à granulés.

Il n’est pas traité dans ce document :

- les distributeurs d’air chaud associés à des inserts (hotte ou carénage) ;
- les distributeurs utilisant l’air préchauffé par un échangeur sur le conduit de fumées ;
- les appareils distribuant de l’air par convection uniquement dans la pièce où ils sont installés (récupérateurs d’air chaud).

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

Technologies des appareils à granulés avec réseau d'air chaud

1



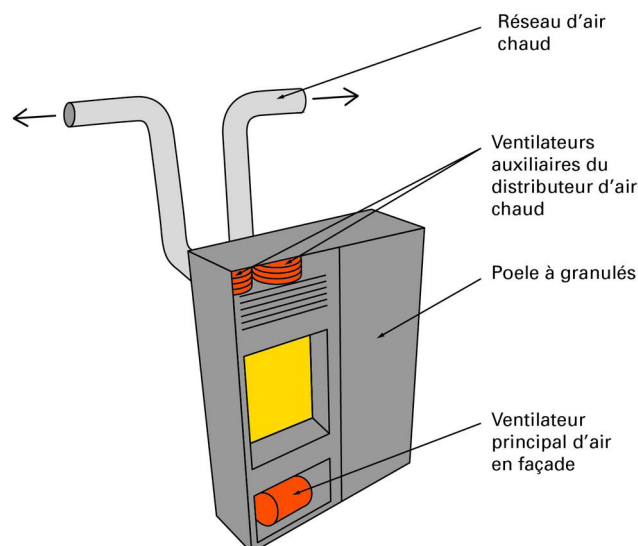
1.1. • *Principe de fonctionnement*

Les appareils à granulés sont généralement installés dans une pièce de vie (le séjour par exemple) et assurent le chauffage de la pièce par rayonnement, par convection naturelle ou plus généralement par convection forcée.

Un appareil à granulés avec réseau d'air chaud assure un chauffage par convection forcée et permet une diffusion de l'air chaud dans la pièce où il est installé mais également dans les différentes pièces alimentées. Il dispose donc :

- d'un ou plusieurs ventilateurs en façade et/ou sur les parois latérales assurant une circulation d'air chaud dans la pièce où se situe l'appareil ;
- d'un ou plusieurs ventilateurs permettant la diffusion de l'air dans les différentes pièces desservies par le réseau de conduits reliés à l'arrière de l'appareil ;
- d'un ou plusieurs conduits souples de distribution d'air chaud ;
- d'une ou plusieurs bouches de soufflage par conduit de distribution d'air chaud.

La (Figure 1) présente l'exemple d'un poêle à granulés avec distribution d'air chaud vers différentes pièces du logement par l'intermédiaire d'un réseau aéraulique.



▲ Figure 1 : Exemple de poêle à granulés avec distribution d'air chaud par réseau aéraulique

La modulation de la puissance de l'appareil est réalisée par variation du temps de fonctionnement de la vis d'amenée de combustible et du débit du ventilateur d'extraction des fumées, afin de maintenir la température de consigne réglée par l'utilisateur. La commande du ventilateur de soufflage assurant la circulation d'air chaud dans la pièce où se situe l'appareil peut être manuelle ou automatique. Généralement, en mode automatique, la vitesse de soufflage varie par paliers en fonction de la modulation de puissance.

Si l'appareil avec réseau d'air chaud possède un ventilateur unique assurant à la fois la diffusion dans la pièce et dans le réseau de conduits, la répartition de l'air chaud est effectuée par le réglage d'un registre manuel. Son ouverture maximale est généralement de 70% sur le réseau de conduits.

Si l'appareil avec réseau d'air chaud est équipé de deux ventilateurs distincts, ces derniers peuvent être commandés séparément. Selon la technologie de l'appareil, différents modes de fonctionnement sont possibles :

- la vitesse de soufflage des deux ventilateurs varie par paliers, en fonction de la modulation de puissance de l'appareil ;
- la vitesse de soufflage du ventilateur assurant la diffusion d'air chaud par le réseau de conduits est sélectionnée manuellement et peut différer de celle retenue pour le ventilateur assurant la circulation d'air chaud dans la pièce. Le ventilateur peut fonctionner à vitesse fixe (valeur paramétrée par l'utilisateur, par exemple vitesse 2) ou être proportionnelle à la vitesse du ventilateur assurant la circulation d'air chaud dans la pièce (pourcentage paramétré par l'utilisateur, par exemple 20%) ;

- la vitesse de soufflage du ventilateur assurant la diffusion d'air chaud par le réseau de conduits est modulée en fonction de la température mesurée dans la pièce desservie (cas d'un thermostat d'ambiance externe). Pour atteindre la température de consigne réglée par l'utilisateur, la vitesse de soufflage des deux ventilateurs varie par paliers en fonction de la modulation de puissance de l'appareil. Le ventilateur est maintenu à vitesse réduite une fois la consigne atteinte.

1.2. • *Les règles techniques existantes*

Peu de règles existent spécifiquement concernant la conception, le dimensionnement et la mise en œuvre du réseau de conduits assurant la distribution d'air chaud dans les différentes pièces. On retrouve néanmoins des préconisations des fabricants concernant :

- le nombre de conduits raccordables à l'appareil : jusqu'à 3 ;
- le nombre de bouches de soufflage sur chaque conduit : jusqu'à 2 ;
- la longueur du réseau de conduit : jusqu'à 10 m pour chaque conduit ;
- le diamètre des conduits : compris entre 60 et 100 mm de diamètre intérieur.

Il est généralement recommandé d'utiliser des conduits lisses à l'intérieur et de les calorifuger.



Caractérisation des installations visitées

2



Les visites et mesures sont réalisées sur 5 maisons individuelles équipées de poêles à granulés avec réseau d’air chaud. Le panel d’installations retenu est représentatif du marché actuel et est caractérisé notamment par :

- une représentativité des caractéristiques techniques des appareils ;
- une variété de typologies de réseau de distribution d’air chaud : nombre de pièces desservies, nombre de conduits et de bouches de soufflage, diamètre et longueur du réseau de distribution.



Le tableau de la (Figure 2) présente les caractéristiques principales des installations visitées.

	Site n°1	Site n°2	Site n°3	Site n°4	Site n°5
Année de construction du bâtiment	1993	1975	1999	1983	RT2005
Ventilation du logement	VMC simple flux autoréglable	Naturelle	VMC simple flux autoréglable	Naturelle	VMC simple flux hygro-réglable de type B
Puissance totale indiquée par le fabricant (selon NF EN 14785) en kW	2,8 à 12	2,4 à 9,5	3,2 à 8	3,2 à 9	3,2 à 9
Surface de la pièce où est installé l'appareil en m²	28	37	30	19	41
Pièces desservies	Salle de bains, chambre, couloir entrée	Chambre, couloir entrée	Couloir RDC, couloir étage	Couloir	Couloir
Nombre de sorties de l'appareil raccordées	2	1	1	1	1
Nombre total de bouches de soufflage	3	2	2	1	1
Diamètre intérieur moyen du réseau aéraulique en mm	100	56	54	60	60
Longueur moyenne équivalente des conduits en m	2 conduits de 6,5 m	2 conduits de 2,9 m	2 conduits de 5 m	1 conduit de 0,6 m	1 conduit de 5,9 m

▲ Figure 2 : Caractéristiques techniques principales des sites visités



Indicateurs pour l'évaluation du confort

3



L'objectif est d'évaluer le confort des occupants pour les 5 installations équipées de poêles avec réseau d'air chaud visitées.

Son évaluation repose sur des mesures ponctuelles et continues réalisées dans la pièce où se situe l'appareil à granulés ainsi que dans les pièces desservies par le réseau d'air chaud.

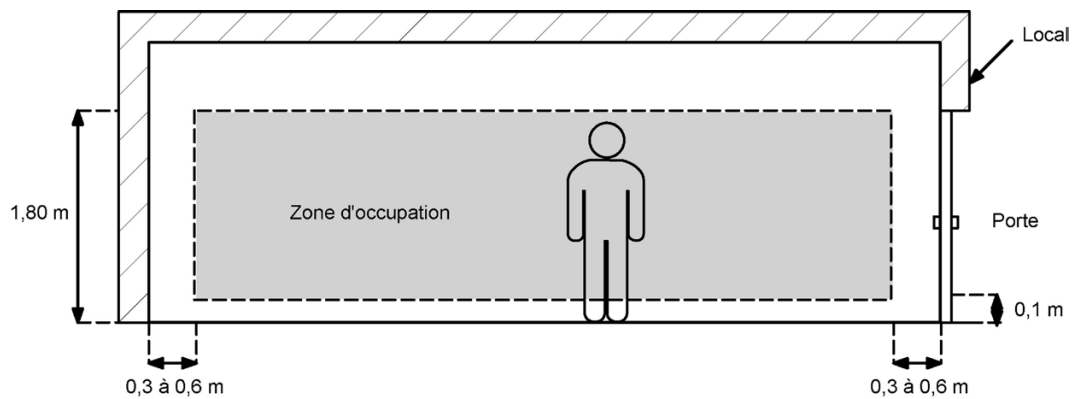
L'étude du confort des occupants est complexe. Il dépend de nombreux paramètres tant physiologiques que psychologiques, qui rendent son interprétation subjective. Les indicateurs suivants permettent néanmoins son évaluation :

- la qualité d'air intérieure ;
- le confort thermo-hygrométrique ;
- le confort acoustique.

Le confort doit être assuré dans la zone d'occupation qui est le volume dans lequel la présence humaine est régulière. Il existe plusieurs définitions de cette zone. Les dimensions retenues sont les suivantes (Figure 3) :

- distance de 0,30 à 0,60 m des parois verticales de la pièce ;
- hauteur de 1,80 m à partir du sol, avec un espace de 0,10 m en partie basse.

Dans cette zone, conformément à la norme NF EN ISO 7730, pour une personne au repos, la vitesse d'air recommandée ne doit pas dépasser 0,2 m/s.



▲ Figure 3 : Définition de la zone d'occupation



Évaluation de la qualité d’air intérieure

4



4.1. • La problématique

La présence d’un poêle avec réseau d’air chaud peut être à l’origine :

- d’une perturbation du système de ventilation du logement par la mise en surpression des pièces desservies par le réseau d’air chaud, engendrant ainsi un défaut d’alimentation de la pièce en air neuf ;
- d’un mauvais tirage et donc d’une mauvaise combustion par la mise en dépression de la pièce où se situe l’appareil, entraînant une production de monoxyde de carbone qui sera recyclé dans les pièces bénéficiant de l’apport d’air chaud (le plus souvent les chambres).



Le réseau de distribution d’air chaud ne doit pas perturber la ventilation du logement. Les risques encourus :

- production de monoxyde de carbone (CO) ;
- altération de la qualité d’air intérieure.

Note

Les mises en surpression ou dépression dépendent des caractéristiques des ventilateurs de l’appareil et des caractéristiques du réseau de conduits d’air chaud mais aussi des caractéristiques du système de ventilation et de la typologie du logement.



4.2. • Les indicateurs pour l'évaluation de la qualité d'air intérieure

Le monoxyde de carbone (CO)

L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET) propose un ensemble de valeurs guides pour le monoxyde de carbone :

- 10 mg/m³ (9 ppm) pour une exposition de 8 h ;
- 30 mg/m³ (26 ppm) pour une exposition de 1 h ;
- 60 mg/m³ (52 ppm) pour une exposition de 30 min ;
- 100 mg/m³ (87 ppm) pour une exposition de 15 min.



Il est nécessaire de procéder à un diagnostic de l'installation dès que la concentration en CO dépasse 10 mg/m³ pendant plus d'une minute à l'occasion d'une mesure ponctuelle.

Le dioxyde de carbone (CO₂)

La concentration en dioxyde de carbone (CO₂) est souvent considérée comme un indicateur de la présence humaine et/ou d'une ventilation non efficace.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ainsi que le Règlement Sanitaire Départemental Type (RSDT) recommandent une concentration de 1000 ppm comme valeur limite de confort.

Note

Le dioxyde de carbone (CO₂) est naturellement présent dans l'atmosphère à une concentration à peu près constante, entre 300 et 550 ppm selon la localisation géographique (campagne, site urbain). La concentration intérieure en CO₂ est toujours identique ou supérieure à la concentration extérieure.

4.3. • Résultats des mesures de qualité d'air intérieure

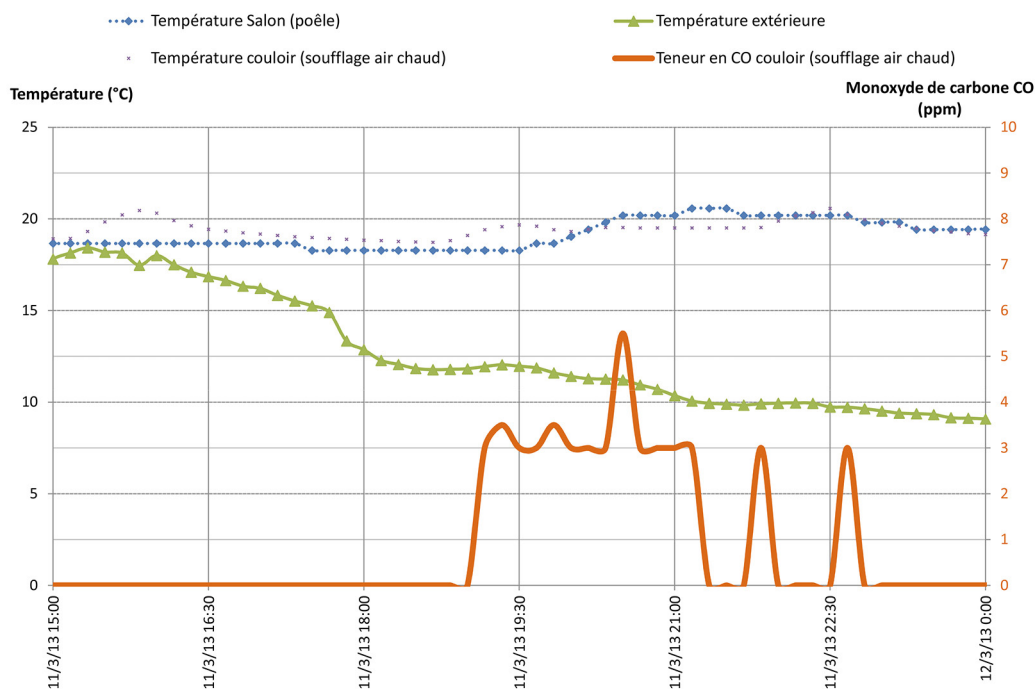
Le monoxyde de carbone (CO)

La concentration en monoxyde de carbone dans l'air ambiant est mesurée ponctuellement lors des visites puis a fait l'objet d'enregistrements en continu sur une période de 3 semaines, avec un pas de temps de 5 minutes.

Pour chacun des sites suivis, le taux de monoxyde de carbone constaté est très inférieur aux valeurs guides édictées par l'AFSSET. La concentration moyenne en CO est inférieure à 1 ppm.



Seul le site n°4 montre des périodes prolongées de quelques heures avec présence de CO dans l'ambiance. Les teneurs mesurées s'élèvent jusqu'à 6 ppm en fin de journée au moment où le poêle est démarré (Figure 4).



▲ Figure 4 : Apparition sporadique de monoxyde de carbone sur le site n°4 (en fin de journée)

Le dioxyde de carbone (CO₂)

La mesure de concentration en CO₂ est réalisée avec un capteur présentant une précision de ± 5% de la mesure (résolution de 1 ppm). Les enregistrements sont effectués avec un pas de temps de 10 minutes.

Les teneurs en CO₂ mesurées sont correctes pour l'ensemble des sites visités et rendent compte de maisons dont la ventilation est satisfaisante. La concentration est nettement plus faible que la valeur de 1000 ppm préconisée par l'OMS. Elle est en moyenne inférieure à 650 ppm (pour une teneur en CO₂ extérieure d'environ 380 ppm).

Des pointes à 750 ppm dans les pièces desservies par le réseau de conduits (chambres) sont mesurées pour le site n°5 équipé d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux hygroréglable de type B.

On rappelle que les entrées d'air hygroréglables permettent de moduler l'introduction d'air neuf en fonction de l'humidité relative ambiante de la pièce. Or, il est constaté sur le site n°5 un assèchement de l'air ambiant, avec un taux d'humidité relative inférieure à 30%, qui induit la réduction du débit d'air neuf dans la pièce desservie par le réseau d'air chaud.

Ce phénomène est constaté ponctuellement, lors de périodes d'allumage prolongé du poêle.

A RETENIR

La qualité d'air intérieure des maisons individuelles visitées équipées d'un appareil à granulés avec réseau d'air chaud est jugée satisfaisante.

On note néanmoins, pour le site équipé d'une VMC simple flux hygroréglable de type B, une concentration en dioxyde de carbone un peu élevée laissant supposer un défaut d'alimentation en air neuf de la pièce desservie par le réseau d'air chaud ; indiquant une possible incompatibilité entre l'appareil à granulés avec réseau d'air chaud et le systèmes de VMC hygroréglable B.



Évaluation du confort thermique

5



5.1. • Les critères d'évaluation

Les critères d'évaluation du confort thermique sont à la fois liés à l'ambiance (température, vitesse et humidité relative de l'air) et à l'individu (activité physique notamment). Ils sont calculés à partir des mesures réalisées sur site, à savoir :

- **la température résultante sèche** : elle est représentative de la sensation de confort perçue par le corps humain. 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'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 30 et 70 % sont acceptables sur le plan du confort ;
- **l'écart de température entre l'air soufflé et l'ambiance** : en volume habité, il est recommandé de ne pas dépasser un écart de température de 20 à 30 K. Cela correspond en pratique à une température d'air maximale à la bouche de soufflage de 50°C. Il est également recommandé de respecter une température de soufflage minimale à la bouche de 28°C.
- **la vitesse de l'air** : conformément à la NF EN ISO 7730, pour une personne au repos, la vitesse d'air recommandée ne doit pas dépasser 0,2 m/s dans la zone d'occupation ;
- **le taux de brassage** : le taux de brassage pour une application de chauffage à air chaud doit généralement être compris entre 2 et 5 volumes par heure afin d'homogénéiser les températures dans les pièces chauffées et d'assurer une différence maximale acceptable de température entre le sol et le plafond (3 K entre les pieds et la tête d'un individu de taille moyenne).



5.2. • *Les mesures pour l'évaluation du confort thermique*

Les mesures sont effectuées dans la pièce où se situe l'appareil à granulés ainsi que dans les pièces desservies par le réseau de conduits.

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

- la température résultante sèche ;
- l'humidité relative ambiante ;
- la température et la vitesse de soufflage au niveau des bouches.

Les mesures de température résultante et d'humidité relative sont localisées 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 et des bouches de soufflage.

Les mesures au niveau de chaque bouche de soufflage sont effectuées pour différents couples « puissance – vitesse de soufflage » de l'appareil. Un cône de mesure est utilisé, muni d'un anémomètre à hélice afin de déterminer la vitesse et le débit d'air. Il mesure également la température d'air.

Note

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 celui habituellement choisi.

Des mesures en continu sont venues compléter les mesures ponctuelles. Les enregistrements sont réalisés sur une période de 4 semaines au moyen d'enregistreurs autonomes avec un pas de temps de 10 minutes. Elles portent sur :

- la température ambiante ;
- l'humidité relative.

Les enregistreurs sont placés dans la pièce où est installé l'appareil de chauffage au bois et dans les autres pièces de vie desservies par le réseau de conduits.



5.3. • Résultats des mesures d’humidité relative ambiante

Dans la pièce où est installé l’appareil, 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 %.

Concernant les pièces desservies par le réseau d’air chaud, les valeurs d’humidité relative ambiante sont satisfaisantes pour 4 sites sur les 5.

Pour le site n°5 équipé d’une VMC hygroréglable de type B, un assèchement de l’air ambiant est constaté avec une teneur relative d’humidité inférieure à 30% (cf 4.3).

A RETENIR

La présence d’une ventilation hygroréglable peut entraîner, du fait d’un assèchement de l’air ambiant, un défaut d’alimentation en air neuf de la pièce desservie par le réseau d’air chaud.

5.4. • Résultats des mesures de température résultante sèche

Les mesures ponctuelles

La (Figure 5) montre, pour l’ensemble des sites visités, les températures résultantes sèches mesurées dans la pièce où est localisé l’appareil ainsi que dans les pièces desservies par le réseau d’air chaud. Elles sont comprises :

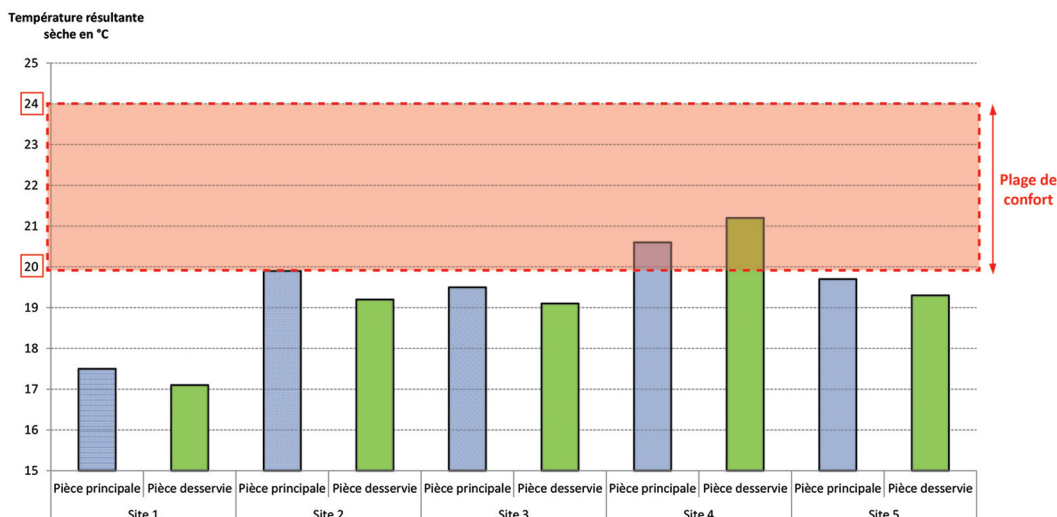
- entre 17,5 et 20,5°C pour la pièce où est installé l’appareil ;
- entre 17,1 et 21,2°C pour les pièces desservies par le réseau d’air chaud.

Les valeurs minimales (20°C pour les pièces de vie et 16°C pour les chambres et les pièces de transit) et maximales (24°C) recommandées par la norme NF EN ISO 7730 sont repérées sur le graphe.

Pour la majorité des sites (4 sur 5), les valeurs mesurées sont comprises entre 19,2 et 21°C. Le confort pour ces installations est jugé acceptable.

Le site n°1 affiche des températures inférieures aux températures résultantes recommandées. La consigne de l’appareil (température d’air) est fixée à 19°C. Du fait de températures moyennes de parois relativement faibles, la mesure de la température ressentie est naturellement inférieure à 19°C.

On note, pour le site n°4, que la température résultante la plus importante est constatée dans la pièce desservie par le réseau d’air chaud.



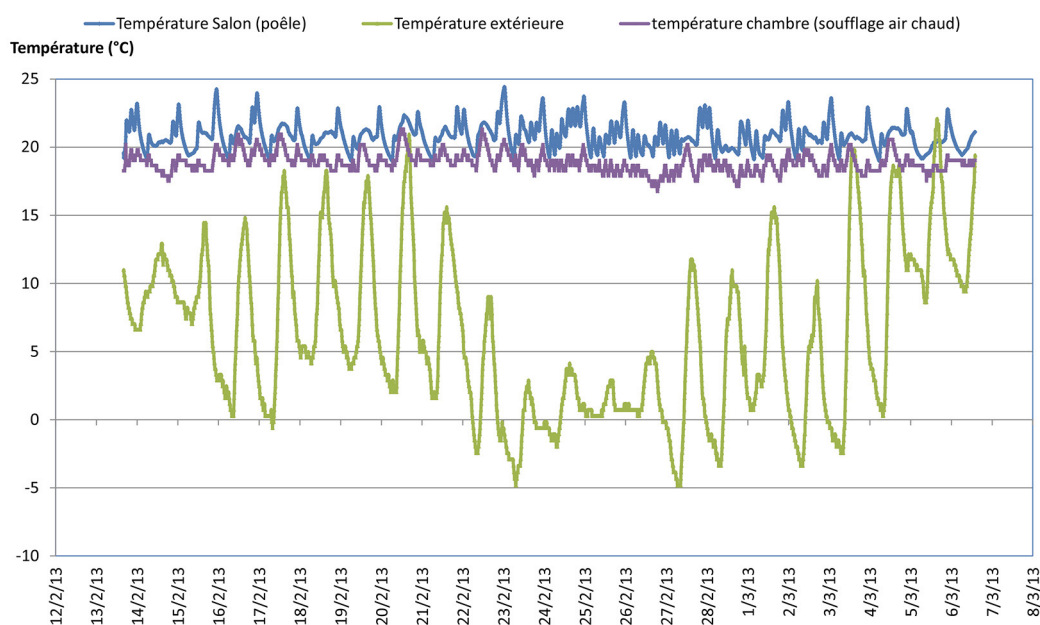
▲ Figure 5 : Températures résultantes sèches mesurées ponctuellement sur l'ensemble des sites visités

Les mesures enregistrées

Les températures ambiantes ont été enregistrées sur une période de 4 semaines.

Les températures mesurées dans les pièces desservies par le réseau d'air chaud sont pour 4 sites sur 5 plus faibles que celles mesurées dans la pièce où est installé l'appareil. En moyenne, un écart de 2K est constaté sur l'ensemble des sites.

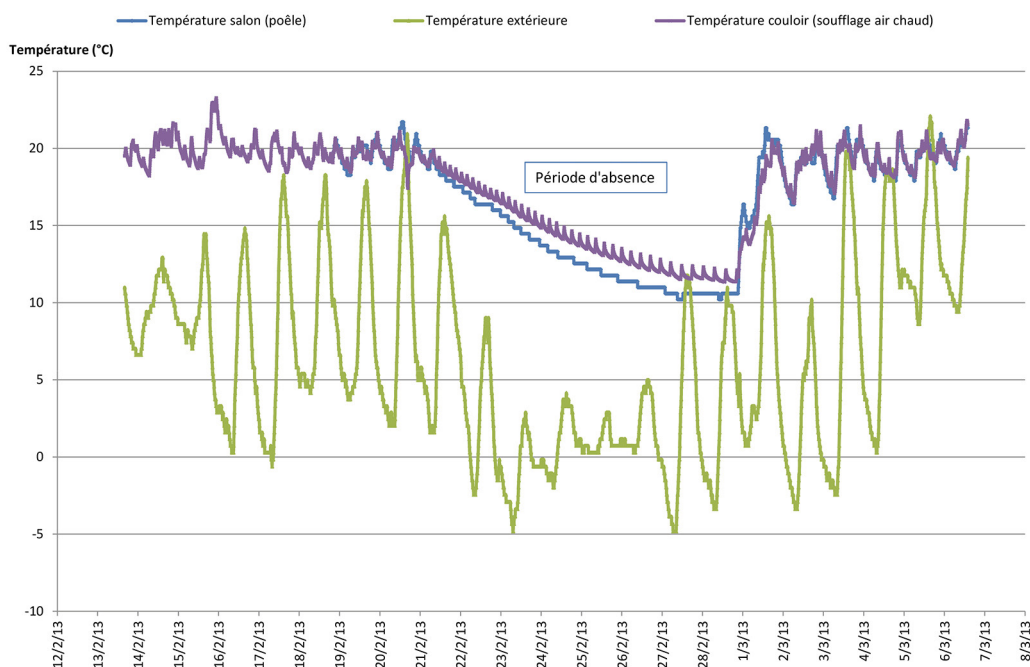
A titre d'exemple, la (Figure 6) présente les évolutions des températures ambiantes pendant 4 semaines sur le site n°2, dans la pièce où se situe l'appareil à granulés et dans une chambre desservie par le réseau de distribution d'air chaud.



▲ Figure 6 : Températures ambiantes mesurées pour le site n°2 dans la pièce où se situe l'appareil à granulés et celle desservie par le réseau de conduits



Seul le site n°4 présente une température identique, voire plus élevée de 0,5K en moyenne, dans la pièce desservie par le réseau (couloir) que dans la pièce où se situe l'appareil à granulés, comme le montre la (Figure 7).



▲ Figure 7 : Températures ambiantes mesurées pour le site n°4 dans la pièce où se situe l'appareil à granulés et celle desservie par le réseau de conduits

Les températures ambiantes enregistrées ont fait l'objet d'une analyse visant à déterminer le critère d'inconfort sur une période de 4 semaines.

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.

L'analyse des températures sur la base de ce critère a confirmé les principales observations issues des mesures ponctuelles effectuées : un temps d'inconfort inférieur à 20% est constaté sur l'ensemble des sites.

Néanmoins, pour les sites n°1 et n°4, les occupants s'avèrent ponctuellement insatisfaits vis-à-vis du confort thermique obtenus dans les pièces alimentées par le réseau d'air chaud. Les mesures ponctuelles montrent en effet, outre des températures de soufflage élevées, un assèchement de l'air ambiant avec une humidité relative mesurée inférieure à 20% (pour le site n°4). La conception et l'implantation des bouches de soufflage justifient en partie l'inconfort thermique ressenti par les occupants (cf. 7.1).

A RETENIR

Que ce soit dans la pièce où se situe l’appareil ou dans celle desservie par le réseau de conduits, les installations se révèlent confortables, avec un pourcentage de temps d’inconfort inférieur à 20%.

5.5. • Résultats des mesures d’écart de température entre l’air soufflé et l’ambiance

Des mesures ponctuelles de température sont réalisées au niveau de chaque bouche de soufflage, pour différents couples « puissance – vitesse de soufflage » de l’appareil.

La tableau de la (Figure 8) donne les températures de soufflage pour un fonctionnement à puissances réduite et maximale de l’appareil ainsi que les températures ambiantes. On rappelle que l’écart entre ces températures doit être inférieur à 20 à 30 K.

La température de soufflage est très variable selon les systèmes et le mode de fonctionnement des appareils (puissance et vitesse). On constate :

- une température de soufflage minimale à la bouche de 28°C non respectée pour deux sites (n°2 et n°3), lors d’un fonctionnement de l’appareil à granulés à puissance et vitesse réduites ;
- un écart de température de plus de 60K et donc une température de soufflage maximale à la bouche de 50°C non respectée pour le site n°4. La valeur est relevée pour un fonctionnement de l’appareil à puissance et vitesse maximales.

Note

La stratification est d’autant plus importante que les écarts de température sont élevés entre l’ambiance et l’air soufflé. L’air chaud ayant une tendance naturelle à s’élever, il en résulte, outre un possible inconfort, des pertes d’énergie inutiles.

L’inconfort ressenti par les occupants du site n°4 s’explique en partie par les températures de soufflage élevées. Notons toutefois que les températures maximales de soufflage correspondent au fonctionnement de l’appareil à puissance et vitesse de soufflage maximales et ne sont de fait rencontrées que lors des phases de relances de l’appareil ou durant les jours de grands froids.

	Site n°2		Site n°3		Site n°4	Site n°5
	Chambre	Couloir	Couloir	Chambre	Couloir	Chambre
Température ambiante en °C	19	21	19,3	18,1	22	18,3
Température minimale au soufflage en °C	26	25,5	22,2	21	45	30
Température maximale au soufflage en °C	28	29,9	31,5	32	84	39

Les mesures réalisées pour le site n°1 ne sont pas exploitables

▲ **Figure 8** : Températures minimales et maximales de soufflage respectivement pour un fonctionnement de l’appareil à puissances réduite et maximale



A RETENIR

Les mesures réalisées sur site révèlent des installations d’appareils à granulés avec réseau d’air chaud confortables. Néanmoins, l’air soufflé dans les pièces alimentées par le réseau d’air chaud peut être à l’origine, ponctuellement, d’un inconfort thermique : certaines visites ont en effet montré des températures de soufflage élevées justifiant l’inconfort ressenti par certains occupants.

Il est recommandé de ne pas dépasser une température maximale d’air soufflé à la bouche de 50°C. Un registre doit permettre de mélanger l’air chaud à de l’air neuf ou recyclé, non préchauffé.

5.6. • Résultats des mesures de taux de brassage

Des mesures de débits de soufflage sont réalisées au niveau de chaque bouche de soufflage, pour différents couples « puissance – vitesse de soufflage » de l’appareil. La (Figure 9) donne les débits mesurés aux bouches de soufflage et les taux de brassage associés pour un fonctionnement à puissances réduite et maximale de l’appareil.

	Site n°2		Site n°3		Site n°4	Site n°5
	Chambre	Couloir	Couloir	Chambre	Couloir	Chambre
Volume de la pièce en m³	42	15	17	35	20	52
Débit total minimal au soufflage en m³/h	6	6,9	5,1	8,9	52	27
Débit total maximal au soufflage en m³/h	18,1	24,2	8,8	13,7	100,1	49,1
Taux de brassage minimal de la pièce en vol/h	0,14	0,46	0,29	0,25	2,60	0,51
Taux de brassage maximal de la pièce en vol/h	0,43	1,61	0,50	0,39	5,01	0,94

Les mesures réalisées pour le site n°1 ne sont pas exploitables

▲ Figure 9 : Débits de soufflage pour un fonctionnement de l’appareil à puissances réduite et maximale

Le respect d’un taux de brassage suffisant conditionne la bonne homogénéité de la température d’air du volume à chauffer. Plus le taux de brassage est important, plus la montée en température du local sera rapide.

Pour 3 sites sur 4, les taux de brassage constatés sont relativement faibles : en moyenne de 0,3 et 0,8 vol/h, respectivement pour un fonctionnement réduit et maximal. Ces faibles débits peuvent impliquer :

- une augmentation de la température de l’air soufflé et donc à un inconfort thermique pour satisfaire la puissance nécessaire ;
- une surchauffe des composants pouvant conduire à une mise en sécurité du système et de l’appareil.

On rappelle que la puissance nécessaire et le débit souhaité au niveau de chaque bouche doivent correspondre aux déperditions de la pièce desservie.



A titre d'exemple, la (Figure 10) fournit les débits d'air chaud nécessaires pour le site n°3, en considérant une température de soufflage de 40 °C et des déperditions de la maison estimées à 25 W/m² d'après la date de construction. Ils sont de 29 et 58 m³/h (contre environ 9 et 14 m³/h mesurés à puissance maximale), respectivement pour le couloir et la chambre, soit un débit de soufflage total de 87 m³/h (contre 23 m³/h mesurés à puissance maximale).

	Site n°3	
	Couloir	Chambre
Superficie de la pièce en m ²	7	14
Déperditions de la pièce en W	175	350
Débit de soufflage en m ³ /h	29	58

▲ Figure 10 : Débits de soufflage nécessaires pour les deux pièces du site n°3 desservies

Seul le site n°4 présente un brassage d'air suffisant pour chauffer la pièce desservie par le réseau d'air chaud. Il est compris entre 2,5 et 5 respectivement pour un fonctionnement à puissances réduite et maximale de l'appareil.

Paradoxalement, pour le site n°4, les occupants s'avèrent ponctuellement insatisfaits du confort thermique dans les pièces alimentées par le réseau d'air chaud. L'insatisfaction peut s'expliquer par l'assèchement de l'air ambiant (hygrométrie relative inférieure à 30%, cf. 5.3) ou par la conception et l'implantation des bouches de soufflage non optimales (cf. 7.1).



Généralement, les prescriptions de taux brassage des systèmes de chauffage à air chaud sont rarement compatibles avec l'alimentation par des appareils à granulés (sans apport d'air neuf dans le réseau d'air chaud) car :

- les températures de soufflage relativement élevées impliquent un débit d'air faible ;
- le risque d'inversion des pressions dans les pièces desservies et donc de diminution d'apport d'air neuf par les entrées d'air de ventilation incite à limiter les débits d'air chaud insufflés.

A RETENIR

Pour assurer le chauffage homogène d'une pièce ou d'un volume, le brassage d'air doit être suffisant : il est recommandé des taux de brassage compris entre 2 et 5 vol/h.

Les installations visitées ont toutes montré des débits de soufflage insuffisants, ne permettant pas de chauffer de manière homogène le volume à chauffer.

Un apport d'air neuf dans le réseau d'air chaud par mélange permettrait de garantir des températures de soufflage limitées et des taux de brassage suffisants.



Evaluation du confort acoustique

6



6.1. • *La problématique*

Les appareils à granulés peuvent être à l’origine d’une gêne acoustique. Les principales sources de bruit identifiées sont :

- le système d’alimentation ;
- la présence de ventilateurs : pour l’extraction des fumées et s’il existe pour le soufflage d’air chaud dans la pièce où se situe l’appareil.

Le couplage avec le réseau d’air chaud engendre des sources de bruit supplémentaires :

- par le ou les ventilateurs permettant la diffusion de l’air dans les pièces desservies ;
- par les bouches de soufflage installées dans les pièces.

6.2. • *Les mesures réalisées sur site*

Les niveaux de pression acoustique sont mesurés au centre des pièces de vie. 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 :

- 30 dB(A) dans les pièces principales et 35 dB(A) dans les cuisines pour une installation de diffusion d’air chaud, en position de débit minimal ;
- 35 dB(A) dans les pièces principales et 50 dB(A) dans la cuisine pour une installation individuelle de chauffage.

Les niveaux sonores sont relevés par bandes de fréquence. Pour évaluer le confort acoustique propre à l'appareil au bois, les niveaux de pression acoustique sont mesurés :

- avec l'appareil éteint (correspondant au niveau ambiant) ;
- avec l'appareil 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 ou des ventilateurs de soufflage d'air chaud (ventilateurs éteints, puis de la vitesse minimale à la vitesse maximale).

Note

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

6.3. • Résultats des mesures

Dans la pièce où est installé l'appareil à granulés

La (Figure 11) présente les niveaux de pression acoustique mesurés sur les 5 sites équipés de poêles à granulés avec réseau d'air chaud. Les mesures sont réalisées à puissance et vitesse de ventilateurs réduites et maximales. 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) est retenu comme référence.

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, seul 1 site présente un niveau de bruit résiduel inférieur à 30 dB(A).

Le bruit généré par les appareils en fonctionnement est, pour chacun des sites, supérieur à :

- 40 dB(A), pour un fonctionnement à puissance et vitesse de ventilateurs réduites ;
- 50 dB(A), pour un fonctionnement à puissance et vitesse de ventilateurs maximales.

En fonctionnement à puissance et vitesse de ventilateurs réduites, les niveaux de pression acoustique mesurés sur l'ensemble des sites dépassent le seuil réglementaire de 35 dB(A). A titre de comparaison, on juge calme une ambiance dont le niveau sonore est compris entre 25 et 35 dB(A).

A noter que le niveau sonore élevé sur l'installation n°1 correspond à un fonctionnement à puissance et vitesse de ventilateur intermédiaires, et non réduites.



Les mesures réalisées sur le site n°3 ne sont pas exploitables.

▲ **Figure 11** : Niveaux de pression acoustique mesurés sur les différents sites avec l’appareil à l’arrêt et en fonctionnement à puissances réduite et maximale

Le rapport d’étude intitulé le « Confort des installations de chauffage divisé au bois » réalisé dans le cadre du programme Règles de l’Art Grenelle Environnement a permis d’établir les niveaux de pression acoustique d’installations de poêles à granulés non équipées d’un réseau d’air chaud.

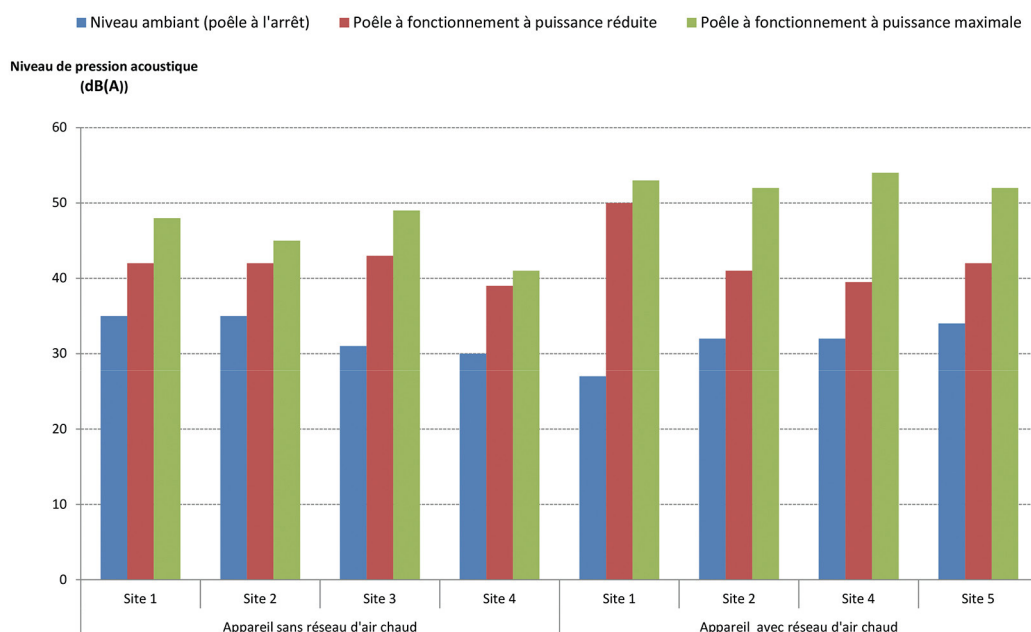
La (Figure 12) présente les niveaux de pression acoustique pour les sites équipés de poêles avec réseau d’air chaud en comparaison de ceux sans réseau d’air chaud.

On constate que les niveaux de pression acoustique sont assez proches dans les deux configurations d’installations pour un fonctionnement de l’appareil à puissance et vitesse de ventilateurs réduites.

Par contre, pour un fonctionnement de l’appareil à puissance et vitesse de ventilateurs maximales, les niveaux de pression acoustique sont en moyenne plus élevés pour les poêles avec réseau d’air chaud.

Note

Afin de prévenir tous désagréments à l’utilisation, l’installateur peut alerter les usagers des gênes acoustiques consécutives à des périodes de fonctionnement à pleine puissance de l’appareil. Suite à un arrêt de l’appareil, il peut, par exemple, conseiller des relances progressives, éventuellement programmées.



▲ **Figure 12** : Niveaux de pression acoustique mesurés sur des sites équipés d'appareils à granulés avec et sans réseau d'air chaud pour différents fonctionnements de l'appareil (puissances réduite et maximale)

Dans les pièces desservies par le réseau de conduits

Sur 3 sites, les niveaux sonores mesurés dans les pièces desservies par le réseau de conduits sont plus faibles que ceux relevés dans la pièce où est installé l'appareil à granulés.

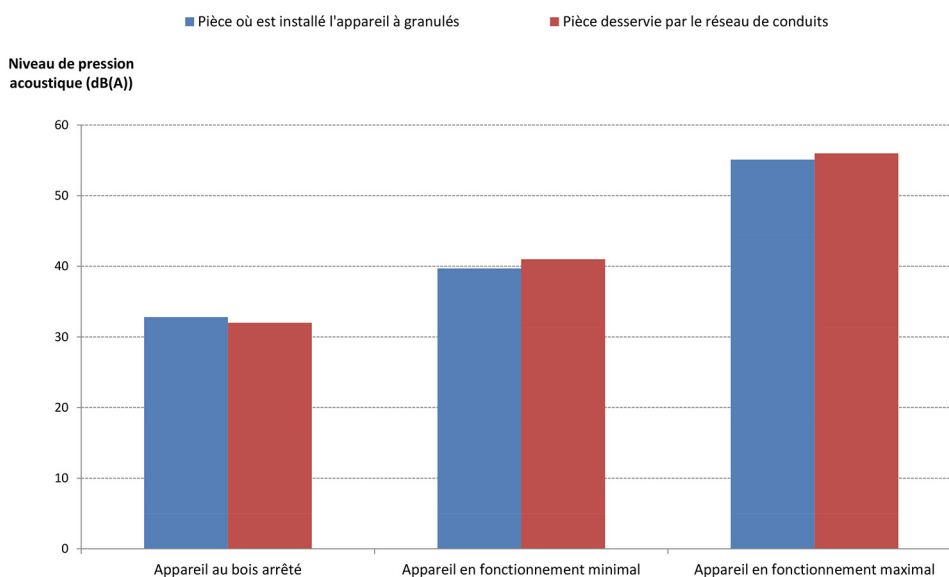
Les niveaux de pression acoustique dépassent néanmoins le seuil réglementaire de 30 dB(A), dès le fonctionnement de l'appareil à granulés à puissance et vitesse de ventilateurs réduites.

Le bruit généré dans les pièces desservies par le réseau est, pour ces 3 sites, supérieur à :

- 35 dB(A), pour un fonctionnement à puissance et vitesse de ventilateurs réduites (valeurs comprises entre 37 et 40 dB(A)) ;
- 45 dB(A), pour un fonctionnement à puissance et vitesse de ventilateurs maximales (valeurs comprises entre 46 et 49 dB(A)).

Le niveau sonore dans les pièces desservies par le réseau de conduits n'est pas systématiquement inférieur à celui de la pièce où est installé l'appareil. Il est en effet constaté sur le site n°4 un niveau sonore un plus élevé que dans la pièce où se trouve l'appareil (Figure 13). Il peut s'expliquer par :

- la proximité du ventilateur et de la bouche de soufflage ;
- un faible rapport entre le diamètre de la bouche et le débit circulant dans les conduits aérauliques ;
- aucune fixation des conduits aérauliques.



▲ **Figure 13** : Niveaux de pression acoustique mesurés dans la pièce où est installée l'appareil et dans la pièce desservie par le réseau de conduits pour le site n°4, avec l'appareil à l'arrêt et en fonctionnement à puissances réduite et maximale

A RETENIR

Les appareils à granulés peuvent être à l'origine d'une gêne acoustique. Comparativement à un appareil à granulés fonctionnant à convection naturelle ou ventilé, les appareils avec réseau d'air chaud induisent un niveau de pression acoustique supérieur, du fait notamment :

- du ou des ventilateurs permettant la diffusion de l'air dans les différentes pièces desservies par le réseau de conduits ;
- des bouches de soufflage présentes dans les pièces desservies par le réseau.

Afin de limiter l'impact de l'appareil sur le confort acoustique, 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 ;
- d'être vigilant sur la conception et la mise en œuvre du réseau de conduits distribuant l'air chaud (bouches de soufflage, diamètre du conduit aéraulique, choix des débits et des vitesses de circulation notamment) (cf. 7).

Qualité technique des installations visitées

7



Face à l'absence de règles de conception et de mise en œuvre du réseau d'air chaud alimenté par le poêle à granulés, l'objectif est d'établir un retour d'expériences qualitatif et quantitatif basé sur les visites et les mesures réalisées.

Les visites permettent de dresser un bilan de l'état technique des installations équipées d'appareils à granulés avec réseau d'air chaud. Cette analyse technique n'a pas pour objet d'évaluer ou de mesurer la performance énergétique des installations mais de mesurer la qualité technique d'un échantillon représentatif ainsi d'en vérifier la bonne mise en œuvre et le bon fonctionnement.

Il s'agit de :

- recenser les anomalies rencontrées sur les installations ;
- définir des règles de bonnes pratiques par l'exemple.

7.1. • *Les bouches de soufflage*

Les visites sur sites ont montré des bouches de soufflage mal conçues et mal positionnées justifiant, en partie, l'inconfort thermique ressenti par les occupants sur certains sites.

Quelques constats, certains illustrés par les (Figure 14) et (Figure 15) des sites n°1 et n°4 :

- une bouche de soufflage dans une pièce de service avec extraction d'air ;
- des bouches de soufflage installées à une hauteur de 30 cm et de 1,10 m du sol dans un couloir (Figure 14) (Figure 15) ;
- un jet d'air dirigé au sein de la zone d'occupation de la pièce desservie ;



- des bouches sans grille de soufflage (Figure 15) ;
- des bouches ayant une large plage de débits et non adaptée aux débits soufflés ;
- un noircissement de la paroi, à proximité d’une bouche, par carbonisation des poussières (Figure 14).



La réglementation relative à la ventilation des logements (arrêté du 24 mars 1982 modifié) ne permet pas d’installer des bouches de soufflage dans les pièces de service disposant d’une extraction d’air.



▲ Figure 14 : Exemple d’une bouche de soufflage située à 30 cm du sol et insufflant de l’air chaud à des températures trop élevées (noircissement de la paroi à proximité) – Site n°1



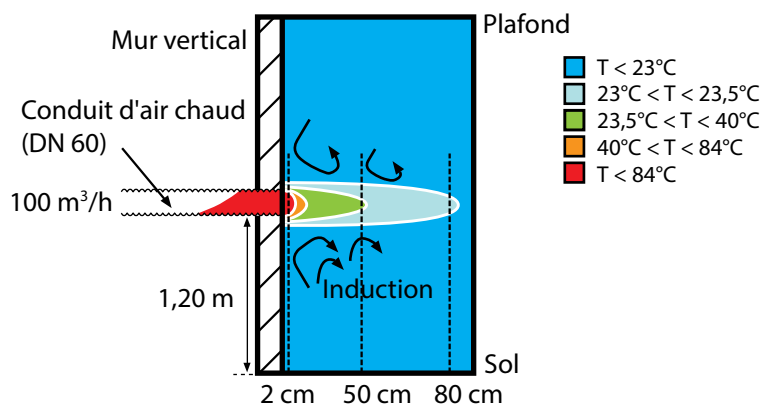
▲ Figure 15 : Orifice de soufflage situé à 1,10 mètre du sol et sans grille de soufflage sur la bouche – Site n°4



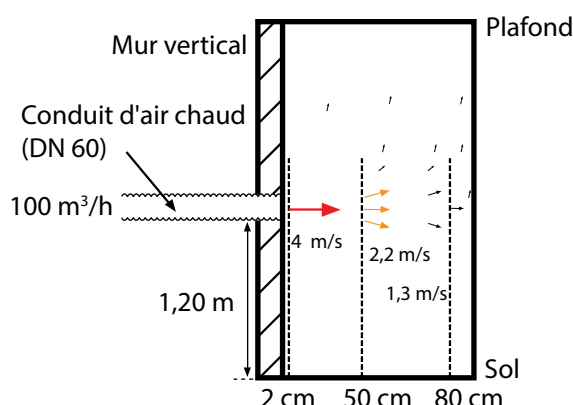
Sur les sites n°1 et n°4, les occupants s'avèrent ponctuellement insatisfaits du confort thermique dans les pièces alimentées par le réseau d'air chaud. L'implantation et la conception des bouches de soufflage équipant ces installations justifient en partie cette insatisfaction.

Les (Figure 16) et (Figure 17) illustrent la diffusion d'air chaud dans la pièce desservie du site n°4 pour lequel le débit de soufflage mesuré à puissance et vitesse maximales est relativement important, de 100 m³/h. On constate :

- une température de soufflage élevée en sortie de bouche qui s'effondre très rapidement en raison du taux d'induction (mélange d'air provenant de l'ambiance dans le jet d'air chaud insufflé à grande vitesse), des caractéristiques géométriques et de la position de la bouche (Figure 16) ;
- un cône de diffusion très faible dû à l'absence de grille de soufflage : la vitesse de soufflage élevée en sortie de bouche (supérieure à 4 m/s) diminue fortement et rapidement (46% après 50 cm, 68% après 80 cm) (Figure 17).



▲ Figure 16 : Profil des températures mesurées en sortie de la bouche de soufflage pour le site n°4, caractérisé par un fort taux d'induction



▲ Figure 17 : Profil des vitesses mesurées à la bouche de soufflage du site n°4 caractérisé par une portée de jet faible, inférieure à 1 m



A RETENIR

Une mauvaise conception et implantation des bouches de soufflage peuvent conduire à un inconfort thermique.

Il est recommandé lors de la sélection des bouches de soufflage de privilégier :

- des bouches à lamelles fixes ou mobiles ;
- des bouches ayant une plage de débits restreinte et adaptée aux débits souhaités ;
- des bouches ayant une portée de jet suffisante, égale ou supérieure aux deux tiers de la longueur de la pièce (dans la direction du soufflage).

Il est conseillé d’implanter les bouches de soufflage :

- à une hauteur minimale de 1,80 m du sol (pour éviter la pénétration directe du jet dans la zone d’occupation) ;
- à une distance relativement faible du plafond (inférieure à 30 cm) ;
- et d’orienter le jet avec une inclinaison de l’ordre de 30° vers le plafond.

7.2. • Le réseau d’air chaud

7.2.1. • Choix des matériaux

Sur les sites visités, les matériaux utilisés pour assurer la diffusion d’air chaud (bouches de soufflage notamment) sont compatibles avec les niveaux de températures. Ils sont de type incombustible M0 ou A2s1d0 (acier inoxydable, aluminium...).

7.2.2. • Etanchéité et calorifuge

Le réseau de distribution d’air chaud et plus particulièrement l’ensemble des raccords aérauliques entre les différents tronçons et au niveau des bouches de soufflage doit être étanche. Sa mise en œuvre doit limiter l’aspiration d’air ambiant, potentiellement vicié et éviter toutes déperditions et fuites d’air chaud dans les différentes zones parcourues.

Un raccord non étanche peut engendrer :

- une perturbation du réseau d’air chaud en modifiant les pertes de charge ;
- une baisse de la température d’air chaud par mélange avec de l’air ambiant ;
- une possible pollution du réseau aéraulique si ce raccord est situé dans des combles non aménagés ou en faux plafond ;
- un possible déboîtement du raccord dans le temps qui peut conduire à une insufflation d’air chaud dans le volume où se situe le raccord.



La mise en œuvre des raccords ainsi que le choix des matériaux constatés sur les sites ne sont pas toujours adaptés. Un raccord non étanche est illustré (Figure 18).



▲ Figure 18 : Raccord peu étanche entre le conduit de raccordement du poêle (souple) et le réseau aéraulique d’air chaud (rigide)

Sur un des sites, des mesures de température ont été réalisées en sortie de l’appareil à granulés ainsi qu’en sortie de bouche de soufflage. Une importante chute de température est constatée (Figure 19) : la température en sortie de bouche est abaissée de 10K quel que soit le mode de fonctionnement de l’appareil (puissance réduite ou maximale).

Outre un défaut d’étanchéité du réseau, la chute de température est également due à un mauvais calorifuge du conduit de raccordement de l’appareil et des conduits aérauliques du réseau.

	Fonctionnement à puissance réduite	Fonctionnement à puissance maximale
Température d’air en sortie d’appareil en °C	65	75
Température au soufflage en °C	30	39

▲ Figure 19 : Températures d’air mesurées en sortie de l’appareil et au niveau de la bouche, pour un fonctionnement à puissances réduite et maximale de l’appareil

A RETENIR

Le réseau de distribution d’air chaud doit être rendu étanche par l’usage de composants adaptés (collier étanche, tenue en température) et par un raccordement pérenne (ajustement et fixation des colliers aux conduits et éléments à raccorder).

Un test d’étanchéité peut être réalisé, par exemple par une machine à fumée. Il peut faire l’objet d’une fiche d’essai qui permet d’attester du fonctionnement et de la mise en service corrects de l’installation.

Afin de limiter les déperditions thermiques du réseau d’air chaud et d’éviter une surchauffe des volumes traversés, il est recommandé d’utiliser des conduits aérauliques correctement isolés (résistance thermique conseillée supérieure à 0,6 m².K/W, soit un équivalent de 25 mm de laine minérale).



7.2.3. • Puissances distribuées sur l’air

Les mesures ponctuelles de température et de débit de soufflage réalisées permettent de déterminer les puissances distribuées par le réseau d’air chaud, pour différents couples « puissance – vitesse de soufflage » de l’appareil. Elles sont données en (Figure 20) pour chacun des sites, pour un fonctionnement à puissances réduite et maximale.

On constate que la puissance distribuée par le réseau de distribution d’air chaud représente en moyenne seulement 4 à 7% de la puissance de l’appareil à granulés (respectivement pour un fonctionnement à puissances réduite et maximale de l’appareil). Les ratios annoncés dans certaines documentations techniques sont proches de 30 à 60% selon l’appareil.

Les sites n°4 et n°5 sont identiques du point de vue de la marque et du modèle de poêle installé, du nombre de sorties raccordées et du nombre de bouches de soufflage.

Or, la puissance distribuée est de 5 à 7 fois plus faible pour le site n°5 (respectivement pour un fonctionnement à puissances réduite et maximale). Ce constat peut s’expliquer par des longueurs de conduits de distribution plus élevées : de l’ordre de 6 m pour le site n°5 et seulement de 60 cm pour le site n°4. Elles induisent des pertes de charge et des pertes thermiques importantes, d’autant que le réseau est peu étanche et que son isolation est insuffisante.

	Site n°1		Site n°2		Site n°3		Site n°4		Site n°5	
	Pmin	Pmax	Pmin	Pmax	Pmin	Pmax	Pmin	Pmax	Pmin	Pmax
	2,8 kW	12 kW	2,4 kW	9,5 kW	3,2 kW	8 kW	3,2 kW	9 kW	3,2 kW	9 kW
Puissance distribuée sur l’air en W	133	673	24	142	5	92	442	2198	92	317
Pourcentage de puissance distribuée sur l’air par rapport à la puissance du poêle en %	5	6	1	1	0	1	14	24	3	4

▲ Figure 20 : Puissances distribuées par le réseau d’air chaud à puissances minimale et maximale de l’appareil



7.2.4. • Pertes de charge

La (Figure 21) présente les caractéristiques des réseaux d’air chaud ainsi que les débits totaux (somme des débits mesurés aux bouches de soufflage) pour chaque site, pour un fonctionnement à puissances réduite et maximale de l’appareil.

	Site n°1	Site n°2	Site n°3	Site n°4	Site n°5
Longueur moyenne équivalente des conduits en m	13	5,8	10	0,6	5,9
Diamètre intérieur moyen du réseau aéraulique en mm	100	56	54	60	60
Débit total minimal au soufflage en m³/h	26	13	14	52	27
Débit total maximal au soufflage en m³/h	55	42,3	22,5	101	49,1

▲ Figure 21 : Caractéristiques des réseaux et débits d’air pour un fonctionnement de l’appareil à puissances réduite et maximale

Les caractéristiques des installations des sites n°2 et n°3 et celles des sites n°4 et n°5 sont identiques du point de vue :

- marque et modèle de l’appareil ;
- nombre de sorties raccordées de l’appareil ;
- nombre de bouches de soufflage ;
- diamètre intérieur moyen du réseau aéraulique.

Les longueurs de conduits de distribution diffèrent néanmoins d’un site à l’autre :

- 5,8 m pour le site n°2 et 10 m pour le site n°3 (soit une longueur 2 fois plus importante) ;
- 0,6 m pour le site n°4 et 5,9 m pour le site n°5 (soit une longueur 10 fois plus importante).

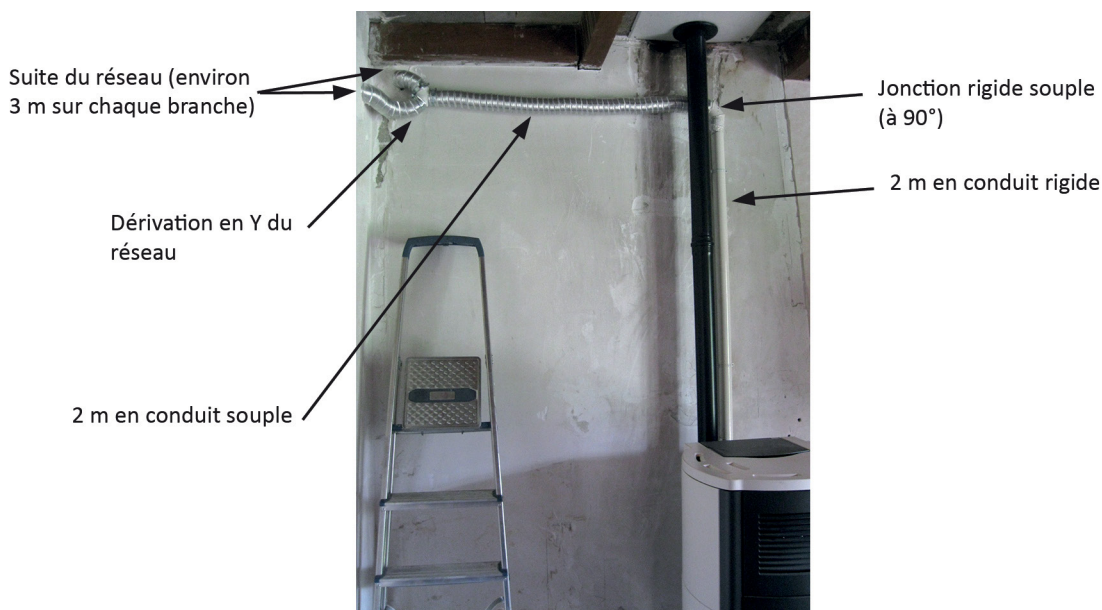
On observe une forte diminution des débits pour les sites présentant les longueurs de conduits les plus importantes : à puissance et vitesse de soufflage maximales, le débit total d’insufflation est divisé par 2.

Les ventilateurs étant identiques, les chutes de débit constatées sont essentiellement dues aux pertes de charge du réseau aéraulique : longueurs, diamètres, singularités des conduits, filtres éventuels et caractéristiques des bouches de soufflage.

En guise d’illustration, la photo de la (Figure 22) montre le réseau de distribution d’air chaud du site n°3. Outre des longueurs de conduits plus faibles, le réseau aéraulique du site n°2 dessert directement les pièces adjacentes, sans aucune singularité.

Commentaire

Les longueurs constatées sur sites sont conformes aux préconisations des fabricants : longueur maximale admise de 10 m pour chaque conduit. Les éventuelles singularités du réseau telles que les changements de direction ou les réductions de conduits ne sont pas ici considérées.



▲ Figure 22 : Réseau aéraulique du site n°3 présentant des longueurs de conduits importantes et de nombreuses singularités

A RETENIR

Afin d’assurer les débits d’air satisfaisants, il est recommandé, dans la mesure du possible :

- de réduire les longueurs du réseau aéraulique ;
- d’augmenter le diamètre des conduits ;
- de sélectionner des matériaux ou structure de conduits présentant de faibles pertes de charge ;
- de limiter le nombre de points singuliers (coudes, tés...) ;
- de prévoir des changements de section progressifs ;
- de sélectionner des filtres et des bouches de soufflage présentant de faibles pertes de charge ;
- d’alimenter les pièces adjacentes à celle où est installé l’appareil à granulés.

7.2.5. • Equilibrage du réseau

L’équilibrage du réseau d’air chaud est essentiel pour obtenir le débit souhaité à chaque bouche de soufflage.

Sur les sites visités, l’équilibrage est assuré, comme cela est couramment pratiqué, par des bouches de soufflage réglables.

Or, le réglage au niveau de la bouche de soufflage peut perturber la diffusion de l’air dans les pièces chauffées en modifiant le jet d’air insufflé.

L’usage de registres ou de diaphragmes d’équilibrage sur les conduits est recommandé.



Des grilles de transfert (ou des détalonnages) des portes doivent être prévues entre les pièces munies de bouches de soufflage d'air chaud et la pièce où est situé l'appareil à granulés de façon à réaliser efficacement le recyclage d'air et permettre une égalisation des pressions.

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.



RAPPORT

QUALITÉ TECHNIQUE
DES INSTALLATIONS
DE CHAUFFAGE DIVISÉ
À GRANULÉS AVEC RÉSEAU
D'AIR CHAUD

FÉVRIER 2015

NEUF-RÉNOVATION

Ce rapport présente un retour d'expériences qualitatif et quantitatif basé sur des visites de sites et la réalisation de mesures ponctuelles et en continu.

Les visites réalisées permettent de dresser un bilan de l'état technique de 5 installations équipées d'appareils à granulés couplés à un réseau d'air chaud (également désignés « appareils canalisables »).

Elles permettent d'identifier les éventuelles malfaçons et de définir des règles de bonnes pratiques par l'exemple.



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

