



ECHANGES AVEC LES PARTIES PRENANTES

Compte-rendu

Comment concilier qualité de l'air et chauffage domestique au bois ?

20 novembre 2018

Chateauforn
8 bis rue de la Fontaine au Roi
75011 Paris

Liste des participants

Parties prenantes

Prénom	Nom	Organisation
Vincent	Borie	Demain Vivre à Massy-Palaiseau
Loïc	Chauveau	Science et Avenir
Elisabeth	Chesnais	Que Choisir
Irène	Nenner	Environnement 92
Michel	Riottot	FNE Ile de France
Paul	Tossa	EDF
Anita	Villers	Environnement développement alternatif

Ineris

Prénom	Nom	Fonction
Serge	Collet	Ingénieur à l'unité DRC/CARA/EMIS
Isaline	Fraboulet	Responsable de l'unité DRC/CARA/EMIS
Karine	Grimault	Responsable presse et événementiel
Lucile	Ottolini	Doctorante Inra/Ineris (LISIS)
Aurélié	Prévo	Responsable ouverture à la société

Contexte

Dans une optique de réduire les émissions de gaz à effet de serre, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015 fixe comme objectif d'augmenter la part des énergies renouvelables à 23% de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32% en 2030. Or le bois est une ressource abondante et sa combustion émet peu de dioxyde de carbone (CO₂) : la filière bois énergie constitue un des leviers de la transition énergétique, notamment en France, 1er pays européen utilisateur de bois comme source d'énergie (source : Ademe). On compte 7,8 millions de foyers domestiques chauffés au bois en 2018 et l'objectif de l'Ademe est de porter à 9 millions en 2020 le nombre de logements chauffés au bois, à consommation de bois constante.

Néanmoins la combustion du bois peut être à l'origine de la formation de polluants atmosphériques, en premier lieu les particules (PM₁₀ et PM_{2,5}). La filière bois-énergie, utile à la lutte contre le changement climatique, ne peut se déployer durablement que dans le respect de la réglementation sur la qualité de l'air.

Le plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA), lancé en mai 2017, fixe pour 2020 et 2030 des objectifs de réduction des émissions des particules fines (PM_{2,5}), des composés organiques volatiles (COV) et des oxydes d'azote (NOx) par rapport aux niveaux de 2005. Les particules fines et les COV sont générés par le chauffage lorsque le bois brûle dans de mauvaises conditions de combustion (combustion dite « incomplète »), le plus souvent rencontrées au sein des foyers domestiques.

Contexte: émissions liées au chauffage au bois

- Chauffage domestique au bois :
 - Principal émetteur des particules fines dues au secteur résidentiel
 - Emissions contribuent majoritairement aux concentrations de particules dans l'air ambiant lors des épisodes de pollutions hivernaux
- Nombreuses sources, très diverses (performances et émissions)
- Emissions très variables, **très dépendantes de la qualité de la combustion**, influences multiples : Technologie, rendement, combustible, usage
- Emissions de la combustion domestique du bois :
 - Prédominance des particules fines (< 1µm)
 - Les particules primaires (fraction solide et espèces organiques semi-volatiles qui se condensent très rapidement) émises directement à l'atmosphère
 - Les particules secondaires (Aérosol organique secondaire, AOS) qui se forment dans l'atmosphère sous l'action de la photochimie après émission de précurseurs gazeux (COV et COSV), contribution majeure des particules dans l'air ambiant
 - Selon la méthode utilisée à l'émission, caractérisation émissions particules primaires (fraction condensable prise en compte ou pas)

Présentation OHS – 20/11/2018

3

INERIS
maîtriser le risque pour un développement durable

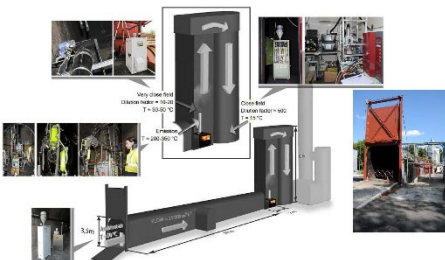

Les foyers domestiques contribuent ainsi aux émissions annuelles nationales de PM_{2,5} à hauteur de 44% et pour 58% aux émissions de benzène (source : Citepa). Ce type de foyer participe également à hauteur de 59% aux émissions annuelles d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), famille de polluants qui comprend le Benzo(a)pyrène reconnu cancérigène pour l'homme. Le chauffage domestique au bois est un fort contributeur aux pics de pollution particulaire hivernaux ; il a également la particularité d'être à l'origine d'émissions de particules primaires mais aussi de la formation de particules secondaires.

Points-clés de la présentation

S'appuyant sur ses compétences dans le domaine de la mesure des émissions atmosphériques, l'Ineris étudie depuis plus de 10 ans l'impact de la combustion du bois sur la qualité de l'air sous de multiples angles : le développement des connaissances sur les niveaux d'émission dans un contexte réel de fonctionnement des appareils de chauffage ; la pertinence des outils de mesure des émissions du chauffage au bois ; l'étude du comportement des polluants dans l'air et le rôle de la combustion du bois dans la formation de la pollution particulaire ; l'analyse des conditions de combustion dans les foyers domestiques et les moyens d'améliorer la qualité de la combustion ; l'évaluation de la performance des équipements de chauffage domestique.

Pour conduire ses travaux sur le chauffage domestique au bois, l'Ineris dispose de moyens expérimentaux capables de simuler des conditions réelles de fonctionnement d'appareils de chauffage (foyer ouvert, poêle à bois...) et de systèmes de traitement des fumées. L'un des dispositifs est équipé d'un « tunnel à dilution » permettant de mesurer les émissions de particules ou de composés particuliers produites par les appareils.

Une expertise acquise sur la base de travaux expérimentaux

- **Essais sur installations grande échelle:**
 - **Galerie incendie**

 - **Banc d'intercomparaison**
- **Essais sur banc à dilution: performances des appareils et des systèmes de traitement**

- **Essais sur sites réels, Vallée de l'Arve**

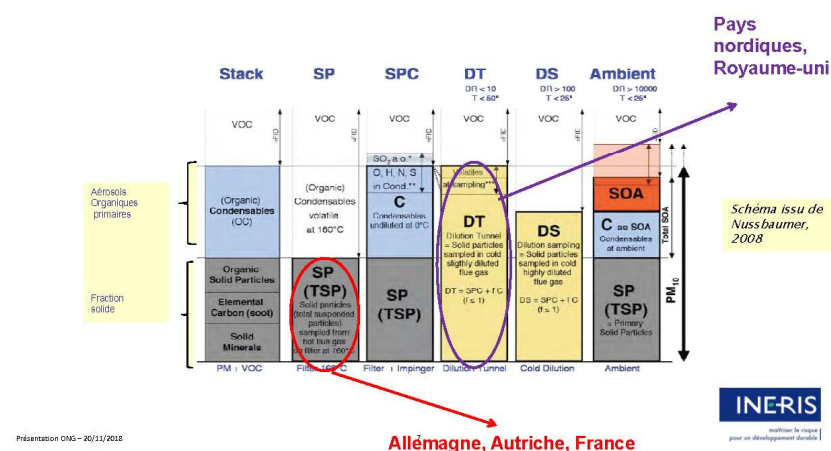

Quelles méthodes sont pertinentes pour caractériser les émissions du chauffage au bois ?

Il n'existe pas aujourd'hui, au niveau européen, de consensus sur la méthode à utiliser pour mesurer les émissions de particules issues du chauffage au bois. Afin de pouvoir évaluer correctement les performances des appareils de chauffage, il est par conséquent nécessaire d'harmoniser les méthodes de mesure des polluants qu'ils émettent.

Certaines méthodes permettent de mesurer uniquement la fraction solide des émissions de particules, d'autres méthodes portent sur la mesure des particules totales (fractions solide et condensable). Par le biais de ses travaux, l'Ineris a souligné l'importance de prendre en compte la fraction condensable des émissions du chauffage au bois dans la mesure : cette fraction condensable est d'une part un indicateur pertinent de la qualité de la combustion qui a lieu dans un foyer ; d'autre part, la fraction condensable est un contributeur important aux concentrations de particules rencontrées dans l'air ambiant.

Dans le cadre du projet européen de recherche EN_PME_TEST, l'Institut a étudié les performances des méthodes de mesure des polluants issus de la combustion du bois, dans une optique de renforcer leur fiabilité et de rendre comparables des résultats obtenus avec des méthodes différentes. L'objectif final de ces travaux soutenus par le Comité européen de normalisation (CEN) est le choix d'une méthode qui servira de fondement à une norme. Les installations expérimentales à grande échelle de l'Ineris ont été mobilisées dans ce cadre : des essais d'intercomparaison ont été conduits sur le banc d'essais à l'émission, qui permet de simuler des effluents gazeux et particulaires issus d'installations de combustion ou d'incinération.

Besoins d'harmonisation des méthodes de mesures pour l'évaluation des performances des appareils (émissions de particules)



Quels sont les paramètres influant les émissions du chauffage au bois ?

L'Institut a analysé l'influence des paramètres de fonctionnement des appareils de chauffage sur la qualité de la combustion (caractéristiques du bois, mode d'allumage, allure de fonctionnement, charge introduite...) et par conséquent sur les émissions atmosphériques. Les travaux de l'Ineris se fondent sur une approche expérimentale qui s'efforce de reproduire au plus proche du réel les conditions de fonctionnement d'un foyer domestique.

A la recherche des conditions réelles de fonctionnement

Les essais sont effectués systématiquement :

- Durant un cycle complet de combustion,
- En mesurant les fractions solide et condensable des particules,
- A allure nominale et réduite,
- En faisant varier les paramètres susceptibles d'avoir une influence sur les résultats tels que l'essence et l'humidité du bois
- Selon les notices d'utilisation des constructeurs,

Afin de rechercher les conditions les plus proches possibles du fonctionnement réel des appareils.

Dans l'objectif d'intégrer les données produites à l'inventaire national d'émissions



Présentation OMS - 20/11/2018

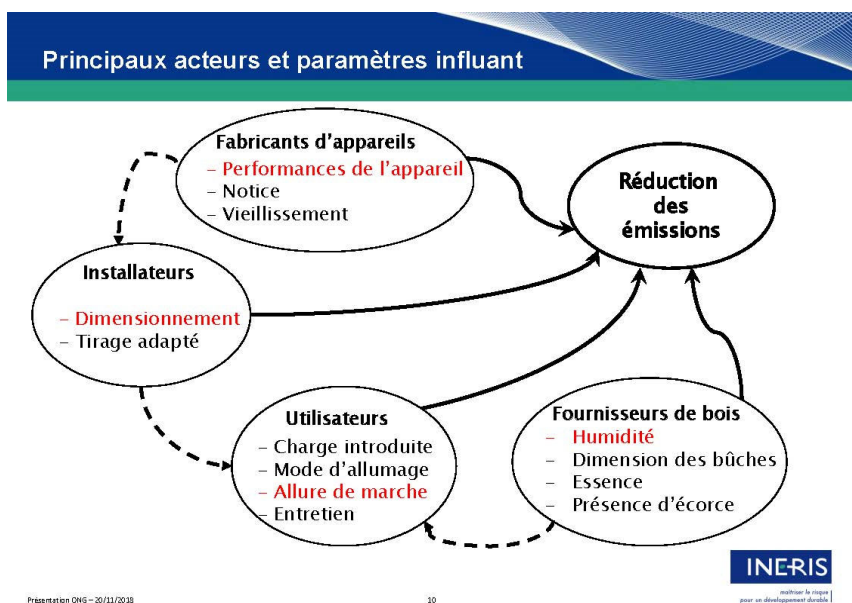
9

Tous les acteurs de la filière, du fournisseur de bois au consommateur, peuvent concourir à la réduction des émissions du chauffage au bois. Les travaux de l'Institut sur les paramètres d'influence des émissions ont permis de mettre en évidence des bonnes pratiques à mettre en œuvre pour assurer de bonnes conditions de combustion et donc limiter les émissions de polluants atmosphériques.

- L'humidité du bois : avec un bois contenant plus de 25% d'humidité, on constate une augmentation quasi-exponentielle des émissions de monoxyde de carbone (CO), de composés organiques volatiles (COV) et de particules. Il est donc recommandé d'utiliser un bois d'humidité < 20% (18 à 24 mois de séchage selon les essences).
- L'allure de fonctionnement : l'allure réduite est souvent utilisée pour éviter la surconsommation de bois. La réduction de l'allure est obtenue soit par obturation des entrées d'air, soit par limitation de la charge du foyer. Or un manque d'air conduit à une combustion de piètre qualité, avec de fortes émissions d'imbrûlés (2 à 3 fois plus de particules en allure

réduite, 20 fois plus en allure très réduite, du type combustion nocturne sans flammes). Réduire la charge consommée dans le foyer plutôt qu'obturer les entrées d'air est une condition moins défavorable pour la qualité de l'air extérieur. L'Ineris recommande également d'adapter les appareils de chauffage et réduire leur plage de puissance pour éviter de proposer des allures trop réduites. Ce rythme d'allure réduite devrait par ailleurs être un paramètre intégré dans les tests de performance environnementale des appareils.

- L'essence de bois : le choix du bois a une influence moyenne à forte sur les émissions de polluants, notamment les particules. Toutes les essences brûlent bien, si les entrées d'air sont adaptées à leurs caractéristiques. Les foyers français sont par exemple plus adaptés pour brûler des feuillus (hêtre, charme) que des résineux. A noter, certaines essences, dont le chêne, nécessitent d'importantes quantités d'air pour brûler correctement. L'Institut recommande donc de modifier le réglage d'entrées d'air standard lors de la combustion du chêne (qui correspond à environ 30% de la consommation de bois dans les foyers domestiques français). Il est d'autant plus important de mentionner cette indication dans les notices d'utilisation des appareils récents, qui sont étanches.
- Le mode d'allumage : 80% des émissions sont produites dans les 10-15 premières minutes de combustion. La phase d'allumage a une très forte influence sur la qualité de l'air extérieur : il est important d'éviter, du fait d'un manque d'air, l'emballement de la réaction de combustion au démarrage (feu très vif), qui est responsable d'un pic d'émissions polluantes. Quand le foyer est froid, l'Ineris recommande de mettre en place une combustion progressive du haut vers le bas, avec injection d'air spécifique lors de cette phase. Il s'agit de placer dans le foyer les grosses sections de bois en bas et le petit bois en haut, puis d'allumer par le haut pour laisser le temps au foyer de chauffer. L'allumage par le haut permet surtout de brûler progressivement, avec la flamme descendante, les gaz émis par la pyrolyse du bois.



Quelles sont les performances et les niveaux d'émission des appareils de chauffage ?

Les conditions de fonctionnement ont un impact non négligeable sur la performance des appareils. L'Ineris a conduit des travaux pour estimer les niveaux d'émissions des appareils de chauffage au bois en conditions réelles de fonctionnement, par rapport aux niveaux d'émissions mesurés dans le cadre de tests en laboratoire selon les normes en vigueur, du type label Flamme Verte. Les conclusions font ressortir des écarts importants dans les paramètres étudiés : le protocole de certification suivi est un protocole optimisé permettant de bien comparer et hiérarchiser les appareils entre eux mais ne reflétant pas les conditions réelles d'utilisation. Par exemple, les tests ne portent pas sur le cycle de combustion entier et ne se déroulent qu'à allure dite « nominale » (i.e. correspondant aux meilleures conditions de fonctionnement) ; seule la fraction solide des émissions est mesurée.

L'Institut insiste également sur la nécessité de prendre en compte l'usage réel dans le cadre de la conception des appareils de chauffage, afin de développer des équipements plus performants du point de vue des conditions de combustion et réduire les émissions de polluants à la source.

Impacts des conditions de fonctionnement des appareils pendant les tests (label Flamme verte)

Norme européenne en vigueur
essai 30 mn
fraction solide
allure nominale
essences peu émissives
protocole optimisé

Essais INERIS
cycle complet
fractions solide et condensable
allures nominale et réduite
différentes essences
protocole usage réel
(proche protocole EU/Canada,
Norvège, Australie)

Ecart constatés

- +260% des CO, +410% COV et +300% fraction solide (FP 7 Boreal, 2017)
- +370% CO et +500% fraction solide (ADEME AFAC, 2015)
- Rendement : -5 (ADEME AFAC, 2015) à -16 points (FP 7 Boreal, 2017)

Développer des appareils plus performants et moins émissifs en conditions réelles d'usage

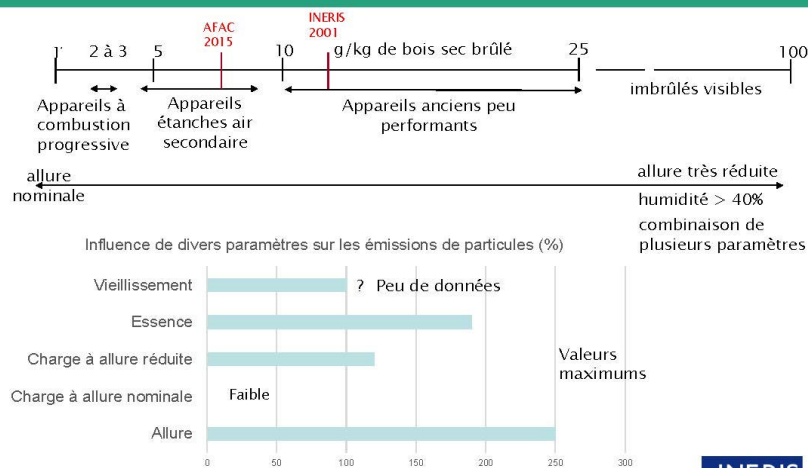
Présentation OHS – 20/11/2018

16



L'Institut a également travaillé sur les facteurs d'émission en particules des appareils de chauffage, en fonction des conditions de fonctionnement. Ces travaux ont porté sur des appareils anciens comme récents. Le facteur d'émission en particules se calcule en gramme de particule par kilogramme de bois brûlé. Il ressort de cette étude que l'ancienneté de l'appareil n'est pas le seul facteur prépondérant. On observe de meilleures performances sur des appareils plus récents, car plus étanches (1 à 10 g/kg vs 20 à 25 g/kg pour des appareils plus anciens), mais à la condition d'adopter une allure nominale de fonctionnement et non une allure réduite. L'Institut souligne également que, sur un même test, deux paramètres défavorables se combinant ont plus d'impact sur les émissions que pris séparément (autrement dit, le cumul des effets défavorables n'est pas le résultat d'une simple addition). L'influence du vieillissement des équipements (perte d'étanchéité) est un paramètre encore mal connu sur lequel l'Ineris estime nécessaire de faire des travaux complémentaires.

Facteurs d'émission en particules en conditions réelles et influence de divers paramètres



Présentation OHS – 20/11/2018

17



Quelle est l'efficacité des techniques de post-traitement des émissions du chauffage au bois ?

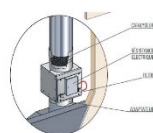
Lorsqu'il n'est pas ou plus possible d'obtenir des gains de performance sur les caractéristiques des appareils ou sur les conditions d'utilisation, les techniques de post-traitement des fumées peuvent être intégrées à la stratégie de réduction des émissions. L'Ineris a évalué les performances environnementales des techniques de réduction des émissions actuellement disponibles sur le marché. Ces techniques ne sont pas intégrées aux appareils, elles

nécessitent d'être installées séparément, en sortie de conduit de cheminée ou dans la chambre de combustion. Les trois techniques étudiées par l'Institut, le filtre catalytique, l'échangeur air-braises, l'électrofiltre, présentent de bons résultats sur la réduction des niveaux d'émission en conditions d'usage. L'électrofiltre agit plutôt sur la fraction solide des émissions, les filtres catalytiques sur les COV et les polluants secondaires, l'échangeur air-braises dont le principe repose sur l'amélioration des conditions de combustion agit sur l'ensemble des polluants. Cela posé, ces techniques comportent de fortes contraintes de coûts et d'installation pour des particuliers, associées à l'absence d'encadrement juridique vis-à-vis du code de la construction. Elles ne permettent pas non plus d'améliorer les rendements énergétiques. De fait, l'Institut estime que ces techniques ne sont pertinentes que dans le cadre de stratégie de niche, dans des cas spécifiques où il est impossible d'adopter d'autres solutions.

ÉVALUATION DES TECHNIQUES DE POST TRAITEMENT

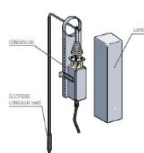
-> Electrofiltres, filtres catalytiques...

- Prometteuses en termes d'efficacité de réduction (Peren2Bois 2012, ERFI 2017) et évoluent rapidement.
- Encore des **contraintes importantes d'intégration dans l'habitat**, questions sur l'efficacité et les coûts à long terme, l'entretien de ces systèmes et leurs effets induits.
- Pas d'amélioration des rendements énergétiques, pas de déploiement massif envisageable à ce jour



Filtre catalytique Zero CO

Présentation OWG – 20/11/2018



Electrofiltre Topclean

19



Echangeur air braises, insert-ouvert, Finoptim



En conclusion, l'Institut se donne comme priorité de diffuser les enseignements issus de ces travaux au sein de la filière bois-énergie tout en continuant un travail d'investigation sur un certain nombre de questions ouvertes.

La norme européenne sur la mesure des émissions du chauffage au bois devrait être diffusée prochainement, à partir de laquelle l'Institut souhaite contribuer à l'amélioration des pratiques de prélèvement et de mesure, notamment à travers des essais d'intercomparaison. L'Institut travaillera également sur des protocoles de test plus réalistes pour évaluer les performances des appareils. Un autre champ de perspective est ouvert sur la comparaison du chauffage au bois avec d'autres sources de combustion. L'Institut s'intéresse enfin à la question du rôle du chauffage au bois dans les émissions de particules secondaires et à la question de l'impact du vieillissement des installations sur les émissions.

Les nouvelles perspectives

Diffuser ces enseignements:

- architectes, installateurs, ramoneurs, utilisateurs, etc.
- pour améliorer la fiabilité des résultats fournis par laboratoires,
- pour définir les conditions de fonctionnement selon lesquelles tester les appareils pour mieux caractériser l'impact des usages réels sur les niveaux d'émission
- pour choisir quelles méthodes utiliser pour caractériser la fraction condensable et les espèces semi-volatiles
- quid des autres sources de combustion
 - comparaison des facteurs d'émission avec ceux des modes de chauffage domestique utilisant des combustibles fossiles,
 - travailler sur les problématiques fraction condensable et particules secondaires en lien avec d'autres sources de combustion, ex: chaufferies biomasse, industrie

Des questions restent ouvertes:

- Quels sont les précurseurs d'aérosols secondaires émis par les appareils de chauffage au bois et quel est leur potentiel de formation de particules secondaires ?
- Quel impact du vieillissement des appareils sur les émissions?

Présentation OWG – 20/11/2018

20



Eléments de discussion

La mesure de l'impact du chauffage au bois sur la qualité de l'air

Les participants s'interrogent sur la façon de définir la représentativité des conditions réelles de fonctionnement des appareils de chauffage. L'Ineris explique que ses travaux s'inspirent des protocoles de l'agence américaine de l'environnement (US EPA) et de l'agence canadienne d'évaluation environnementale. Les équipes de l'Institut ont ensuite fait varier les paramètres par groupe de trois pour déterminer quels étaient les paramètres influents sur lesquels fonder les travaux. L'Institut souligne la complexité de l'approche vis-à-vis de la source bois, très difficile à maîtriser : plus on cherche à se rapprocher du réel, plus les conditions sont difficilement répétables d'un point de vue scientifique, d'où la nécessité de réaliser un grand nombre d'essais.

L'échéance de la publication de la norme européenne de mesure des émissions est évoquée : l'Institut indique que la sortie de la norme est encouragée par l'ensemble des pays européens mais elle a été repoussée du fait de la longueur des démarches administratives et du grand nombre de détails à régler concernant la mise en application. La méthode a été proposée et acceptée en 2011 et la norme devrait sortir dans les prochains mois. Cette publication de la norme interviendra dans le contexte de la directive dite « Ecodesign » prévue en 2022, qui va imposer des valeurs limites d'émission aux appareils de chauffage domestique.

La discussion porte sur l'opportunité d'équiper les chambres de combustion d'appareils de mesure *in situ*. L'Ineris indique avoir abordé ce point avec les constructeurs et l'avoir testé dans le cadre de projets de recherche, mais ce sont des dispositifs difficiles à mettre en œuvre. Lors des essais réalisés *in situ*, ce sont des mesures de température avec des thermocouples qui sont réalisées. Cela permet d'identifier les points froids dans le foyer, où les particules de suie vont se former. Le travail du design des chambres de combustion doit intégrer ces exigences d'homogénéisation des gaz et de chauffage rapide de l'air. Plus généralement, l'Institut a commencé à travailler sur la modélisation numérique des phénomènes de combustion au sein des foyers domestiques mais ces travaux sont encore peu développés.

La question du suivi des traceurs de pollution dans l'air extérieur est abordée : l'Institut confirme que le lévoglucosan est un bon traceur d'une mauvaise qualité de la combustion du bois ou de la biomasse. C'est un composé organique lourd, faisant partie de la fraction condensable des émissions, que l'on en détecte très peu à allure nominale et beaucoup à allure réduite. Il est détecté dans l'air extérieur en cas de mauvaise utilisation des appareils de chauffage ou en cas de brûlage de déchets verts.

La nature des émissions du chauffage au bois

Les participants ont noté que les facteurs d'émission ne tenaient pas compte de la distinction entre particules fines et particules de plus grande taille, alors même que la nature chimique et la taille des particules jouent un rôle dans l'impact de la pollution particulaire sur la santé. L'Institut explique les difficultés à utiliser, dans le cadre de la mesure dite « à l'émission » d'appareils de chauffage domestique au bois (prélèvement et mesure en sortie de cheminée), les techniques de numération couramment appliquées dans la mesure de l'air ambiant. Par ailleurs, la plupart des laboratoires notifiés pour la réalisation des tests de certification des appareils de chauffage domestique au bois, sont des spécialistes de la combustion, pas des spécialistes de la métrologie des polluants dans l'air. L'Ineris a une bonne connaissance des particules fines et de la répartition des particules fines par rapport aux autres dans les émissions de combustion du bois : 95% des particules en sortie d'appareil étant des PM_{2,5} et des PM₁, les particules issues du chauffage au bois sont globalement considérées comme des particules fines.

La question de l'émission de dioxines est posée : l'Institut indique que des dioxines ne devraient être émises que si le combustible de chauffage n'est pas du bois naturel. Le chauffage peut émettre beaucoup de dioxines si on brûle des bois traités ou des emballages, qu'il faut impérativement bannir des pratiques de chauffage. Les emballages et bois traités doivent être envoyés en filière d'incinération. Les incinérateurs sont tenus de respecter des normes très strictes sur les émissions de dioxines et sont dotés de système de traitement pour les éliminer.

Les performances des différentes catégories d'appareils de chauffage

Les participants s'interrogent sur les performances des appareils à granulés par rapport aux appareils de chauffage utilisant des bûches. Les appareils à granulés représentaient jusqu'à présent une part très faible du marché des équipements de chauffage. Avec les campagnes de renouvellement des installations (vallée de l'Arve...), l'étude de ce type d'appareil devient pertinente : l'Ineris souhaite s'engager dans des travaux pour évaluer leurs performances, car très peu de données sont aujourd'hui disponibles. En première analyse, on observe de grandes disparités dans les performances annoncées des appareils, même si on rapporte de bonnes performances globales.

La discussion aborde certains aspects techniques d'amélioration des performances des appareils, en particulier la question de l'opacité des foyers et la recherche sur le vitrage des appareils. L'Institut confirme que les constructeurs travaillent sur des entrées d'air placées sur la partie supérieure des vitres afin de maintenir les vitres propres ; un bon nombre d'appareils en est déjà équipé. Il est souligné l'inadaptation globale des foyers disponibles sur le marché au mode d'allumage par le haut. L'Institut mentionne le développement de poêles verticaux, qui facilitent la réalisation d'un allumage par le haut.

La question du dimensionnement des conduits de cheminée, et de son impact sur les émissions, est évoquée : l'Institut rappelle que plus la hauteur est importante, plus les fumées se refroidissent et se condensent dans le conduit. Le ramonage permet de récupérer les dépôts qui ne partent pas à l'atmosphère. Sur des conduits plus hauts, on observe une petite diminution des quantités de particules, du fait du « piégeage » de la suie dans le conduit.

Plus globalement, l'Institut indique que les appareils jugés plus performants du point de vue environnemental comme énergétique, sont les appareils permettant un apport d'air important pour favoriser la combustion, poêle de masse ou poêle à granulés. Il est rappelé que les chaudières, par leur caractère étanche, sont plus intéressantes que les poêles. Tout dépend également de la manière dont l'appareil est utilisé. La chaudière sert pour l'eau chaude, le poêle pour le chauffage ; le poêle nécessite d'être opéré par le particulier, la chaudière fonctionne automatiquement. Le facteur « utilisateur » a une grande influence, d'où la nécessité de diffuser de bonnes pratiques.

Les techniques de post-traitement des émissions sont questionnées, au regard de l'expérience suisse qui a imposé temporairement l'obligation de ces équipements. L'Institut signale le caractère peu concluant de cette expérimentation, car le retour d'expérience a souligné un niveau d'efficacité qui n'était pas suffisamment intéressant au regard des difficultés techniques de mise en œuvre. Du fait de leur complexité et de leur coût, ces techniques présentent un intérêt lorsqu'aucune autre solution n'est possible. L'absence d'amélioration des performances énergétiques, la question de leur entretien et de leur durée de vie sont notamment un frein à leur déploiement.

L'impact du chauffage au bois par rapport aux autres sources de pollution atmosphérique

Les participants se demandent en quoi le chauffage au bois est une source de pollution importante. L'Ineris fait le point sur les travaux menés au sein du Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA) : l'Institut travaille notamment sur la nature des particules émises lors des pics de pollution. Il ressort des analyses que les pics hivernaux sont clairement influencés par le chauffage au bois. Ensuite, les impacts locaux doivent être étudiés au cas par cas. Dans la vallée de l'Arve par exemple, en hiver 60% des particules émises sont dues au chauffage au bois. Il est à cette occasion évoqué une étude danoise sur la comparaison de la source « chauffage au bois » avec la source « trafic routier ».

Les échanges ont questionné les marges de progrès sur la qualité de l'air mesurables grâce à l'amélioration des performances des appareils de chauffage. L'Ineris précise qu'il est difficile de relier directement les performances des appareils avec des niveaux d'abattement global des émissions. Les gains à l'émission ne sont pas strictement équivalents aux gains à l'air ambiant.

La discussion évoque la comparaison entre l'impact du chauffage au bois et du chauffage au gaz sur la qualité de l'air : l'Institut confirme que les niveaux de pollution ne sont pas du tout les mêmes. Si les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) peuvent être jugées équivalentes entre les deux types de sources d'énergie (sans tenir compte du stockage de CO₂ par les arbres pendant leur croissance), le gaz est une source d'énergie très peu émettrice de particules.

L'impact du chauffage au bois sur la qualité de l'air intérieur est discuté : l'Institut indique que les appareils récents ne pompent plus l'air dans la pièce mais sont dotés de prise d'air extérieur, pour éviter de refroidir la pièce. Les foyers ouverts permettent un bon taux de renouvellement de l'air intérieur mais occasionnent en contrepartie des pertes énergétiques très importantes.

Les perspectives de la filière bois-énergie dans le contexte de la transition énergétique

Les projets en développement de chauffage industriel tertiaire au bois suscitent de nombreuses questions de la part du milieu associatif. Du point de vue de la qualité de l'air, l'Ineris indique que la combustion ne se fait pas du tout dans les mêmes conditions que dans les foyers domestiques. Les hautes températures permettent une combustion optimisée qui rend quasi-inexistante la fraction condensable des particules. Les chaudières sont également équipées de systèmes de post-traitement des émissions (filtres à manche, électrofiltre). Les normes sont adaptées à l'usage réel des équipements, ce qui n'est pas le cas du chauffage domestique, qui ne devrait être

encadré par la réglementation européenne qu'à partir de 2022 (directive Ecodesign). Les associations notent l'enjeu d'approvisionnement pour le chauffage industriel : les possibilités de consommation sont limitées, si la filière veut rester compatible avec la transition écologique. Il est difficile d'envisager une expansion de la filière bois énergie se fondant sur l'importation en masse de la ressource.

L'Institut ne travaille pas sur la question de l'approvisionnement mais confirme néanmoins, l'intérêt du bois énergie comme ressource locale et d'appoint. L'importance, pour la qualité de l'air, de conserver une allure nominale de la combustion, y compris dans des phases de chauffe réduite (nuit) montre les limites du modèle de chauffage au bois.

La discussion a porté sur l'état des lieux de la filière biomasse dans son ensemble : quid de l'usage de combustible biomasse hors bois (produits alimentaires, etc.) ? L'Institut précise que la biomasse hors bois n'est pas aujourd'hui une source pour le chauffage domestique : quelques chaudières industrielles fonctionnent à la biomasse. La composition chimique étant différente, d'autres questions se posent en termes d'émission de polluants. Une équipe de l'Ineris travaille sur les risques potentiels liés à l'usage de biomasse polluée comme source d'énergie, afin de vérifier si les polluants présents dans les végétaux se retrouvent dans les fumées de combustion. Mais il s'agit là d'un usage de niche.

Documentation

- Dossier thématique « chauffage au bois et qualité de l'air » : <https://www.ineris.fr/fr/les-risques/dossiers-thematiques/tous-nos-dossiers-thematiques/chauffage-au-bois-et-qualite-de-lair>
- Synthèse des études à l'émission réalisées par l'Ineris sur la combustion du bois en foyers domestiques : <https://www.ineris.fr/fr/synthese-etudes-emission-realisees-ineris-combustion-bois-foyers-domestiques>
- ERFI Evaluation des performances des systèmes de réduction des émissions de polluants pour les appareils individuels de chauffage au bois : <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/evaluation-performances-systemes-reduction-emissions-polluants-appareils-individuels-chauffage-bois-rapport-final-vf.pdf>
- CHAMPROBOIS Détermination des facteurs d'émission de polluants des foyers domestiques alimentés au bois : https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/facteurs-emission-polluants-foyers-domestique-alimentes-bois_2016-rapport.pdf
- PEREN2BOIS Evaluation technico-économique des performances énergétiques et environnementales des meilleures techniques disponibles de réduction des émissions de poussières fines et de composés organiques pour les appareils de combustion : <https://www.ineris.fr/fr/peren2bois-evaluation-technico-economique-performances-energetiques-environnementales-meilleures>
- Facteurs d'émission de polluants des installations de chauffage domestique au gaz et au fioul : <https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/drc-09-103316-10816a-sign-couv.pdf>
- Bilan des travaux 2017 du programme CARA du LCSQA : <https://www.lcsqa.org/system/files/rapport/LCSQA2017-bilan%20prog%20CARA%202017.pdf>

Contact

Aurélien PREVOT, Responsable ouverture à la société et communication scientifique

aurelie.prevot@ineris.fr – 03 44 55 63 01 – 06 20 90 03 48

Ineris en bref

L'Ineris est l'expert public pour la maîtrise des risques industriels et environnementaux. Ses activités de recherche, d'appui aux politiques publiques et ses prestations de soutien aux entreprises contribuent à évaluer et prévenir les risques que les activités économiques font peser sur l'environnement, la santé, la sécurité des personnes et des biens.

Etablissement public placé sous la tutelle du ministère chargé de l'environnement, l'Ineris a été créé en 1990 et compte 530 collaborateurs. Son siège situé à Verneuil-en-Halatte (Oise) accueille 30 000 m² de laboratoires et de plates-formes d'essais, qui permettent de mener des expérimentations « sur mesure » à moyenne et grande échelle.

Les compétences de l'Ineris sur la qualité de l'air

L'Ineris est un des piliers du dispositif français de surveillance de la qualité de l'air depuis sa mise en œuvre au milieu des années 2000. Les compétences mobilisées par l'Ineris s'articulent autour de trois axes :

- L'évaluation de la pollution de l'air et la compréhension des mécanismes de formation de la pollution atmosphérique. L'Institut s'implique dans l'étude du comportement de contaminants dans l'air (particules, HAP...) ; l'étude des émissions industrielles et domestiques (chauffage au bois...) ; l'évaluation de la pollution dans des environnements spécifiques (déplacements urbains, milieux souterrains, intérieurs des bâtiments...).
- La qualité de la mesure des polluants et le développement d'instrumentation. L'Ineris contribue à l'élaboration des méthodes et stratégies de surveillance de qualité de l'air par son rôle dans le pilotage du Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (www.lcsqa.org).
- Le développement d'outils de prévision de qualité de l'air par modélisation numérique. En s'appuyant sur le modèle CHIMERE co-développé avec le CNRS, l'Institut intervient dans le suivi et l'analyse des épisodes de pollution en tant qu'opérateur du système de prévision Prev'Air (www.prevair.org). Le modèle est en capacité de fournir des projections de l'évolution de la qualité de l'air sur l'ensemble du globe à différentes échelles de temps (de quelques jours à un siècle).

Domaines d'expertise de l'Institut

Risques chroniques

- mesure et prévision de la qualité de l'air ;
- pollution des milieux aquatiques ;
- toxicité des substances chimiques pour l'homme et les écosystèmes ;
- exposition des populations ;
- coûts et efficacité de la prévention des pollutions ;
- champs électromagnétiques ;
- économie circulaire et déchets ;
- sites et sols pollués ;
- substances nanométriques.

Risques accidentels

- sécurité industrielle ;
- transport de matière dangereuse ;
- sécurité des substances et procédés chimiques ;
- équipements de sécurité ;
- incendie, explosion, dispersion toxique ;
- malveillance ;
- nanosécurité ;
- nouvelles filières énergétiques.

Risques sol/sous-sol

- mines, après-mine et industries extractives ;
- cavités de dissolution, fronts rocheux et pentes ;
- ouvrages géotechniques, barrages et géostructures ;
- stockages souterrains, réservoirs et forages profonds.

Certification

- Atmosphères explosives ;
- écotechnologies ;
- sécurité fonctionnelle ;
- nano-technologie ;
- pyrotechnie.

