

« Démonstrateur chauffage bois »

Mai 2020

La note technique détaillée est en ligne sur www.atmosud.org

Le Conseil Départemental 13 et AtmoSud souhaitent porter à connaissance et communiquer sur les **bénéfices attendus sur la qualité de l'air des modes de chauffage au bois récents et performants.**

En effet, les foyers ouverts impactent fortement l'air intérieur. Or, de nos jours, les systèmes de chauffage sont plus performants, en particulier ceux labélisés flamme verte. Ce label est basé sur le rendement énergétique et les émissions de monoxyde de carbone, particules fines et d'oxydes d'azote.

Afin d'avoir une approche quantitative et pédagogique de cet impact, AtmoSud et le CD13 mettent en place une expérimentation dite « **démonstrateur chauffage bois** » auprès d'un particulier volontaire, ciblant la pollution intérieure. Cette opération consiste en des **mesures d'air intérieur dans un logement qui fait l'objet du remplacement de son foyer ouvert par un insert Flamme Verte 7 étoiles.**



La mise en évidence des évolutions de qualité de l'air intérieur apportées par un changement de système de chauffage au bois nécessite la mise en place de **deux campagnes de mesures comparatives** dans le même logement en période froide :

- l'une, en présence d'un système à foyer ouvert (avant travaux), du 21 novembre au 6 décembre 2019
- l'autre, après la mise en place d'un insert labellisé « flamme verte 7 étoiles », du 22 janvier au 7 février 2020.

Le **bois utilisé a été de la même essence.** Au cours des deux périodes de test, les quantités de bois utilisées ont été renseignées afin d'évaluer les gains de bois pour un confort de chauffe identique.

La plupart des indicateurs passent au vert !

L'installation du nouveau système de chauffage a occasionné une évolution significative des paramètres mesurés en air intérieur par rapport à la première période de surveillance : on constate une **diminution de la plupart des polluants (particules fines et ultrafines, black carbon, et dioxyde d'azote)**, mais une **augmentation de certains paramètres comme l'humidité relative et le confinement**.

Moyennes sur la période	Période		Evolution
	Foyer ouvert	Insert flamme verte	
Température (°C)	21,6	22,3	→
Humidité relative (%)	57,7	65,4	→
Confinement (Indice ICONE)	0	3	→
PM ₁₀ (µg/m ³)	29,1	21,7	→
PM _{2,5} (µg/m ³)	18,1	11,7	→
PM ₁ (µg/m ³)	15,3	8,5	→
Particules ultrafines (nb.part/cm ³)	4742	372	→
Black carbon total (µg/m ³)	1,12	0,76	→
Black carbon issu de la combustion de bois (µg/m ³)	0,57	0,27	→
Black carbon issu de la combustion de fuel fossile (µg/m ³)	0,55	0,49	→
NO ₂ (µg/m ³)	9,7	5,3	→
CO (ppm)	0,7	0,9	→

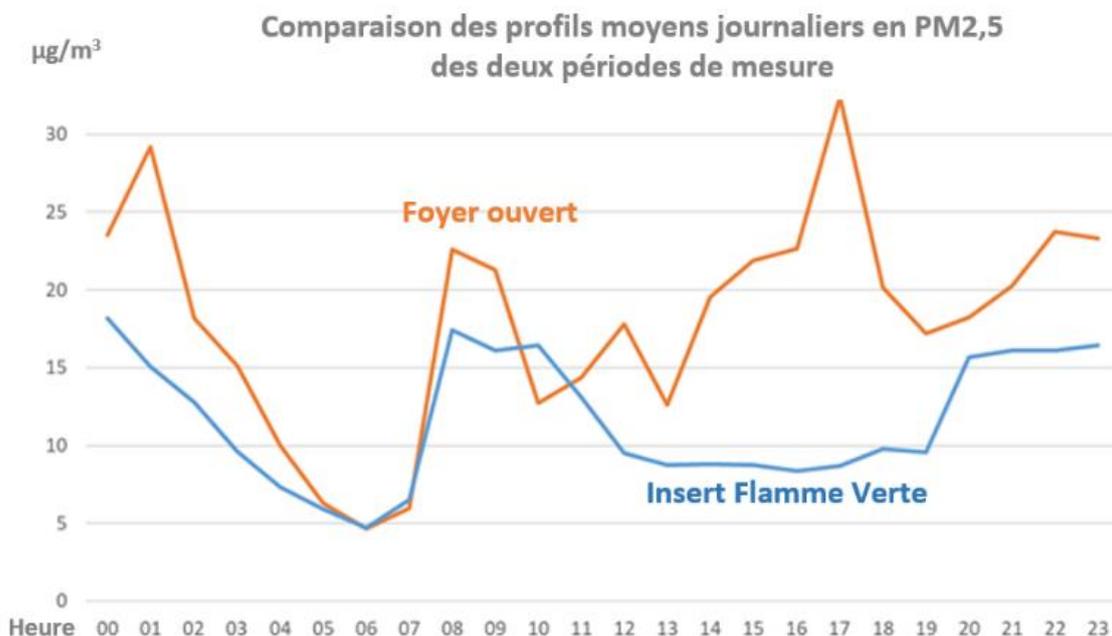
La campagne de mesure est réalisée au sein de la maison forestière de Marseillevyre, avenue Colgate dans le 9^{ème} arrondissement de Marseille. Elle est située dans un large espace arboré, avec des bâtiments de logements à l'ouest à une distance de 50 mètres.

Il s'agit d'une **maison ancienne** de plein pied constituée de 4 pièces, sans isolation murale mais avec une isolation des combles. Les **menuiseries sont récentes**, performantes sur le plan énergétique. Le **système de chauffage principal au bois est situé dans le salon/salle à manger**. Des chauffages d'appoint électriques sont situés dans chaque pièce de vie. Le renouvellement d'air n'est réalisé que par la simple ouverture des fenêtres.



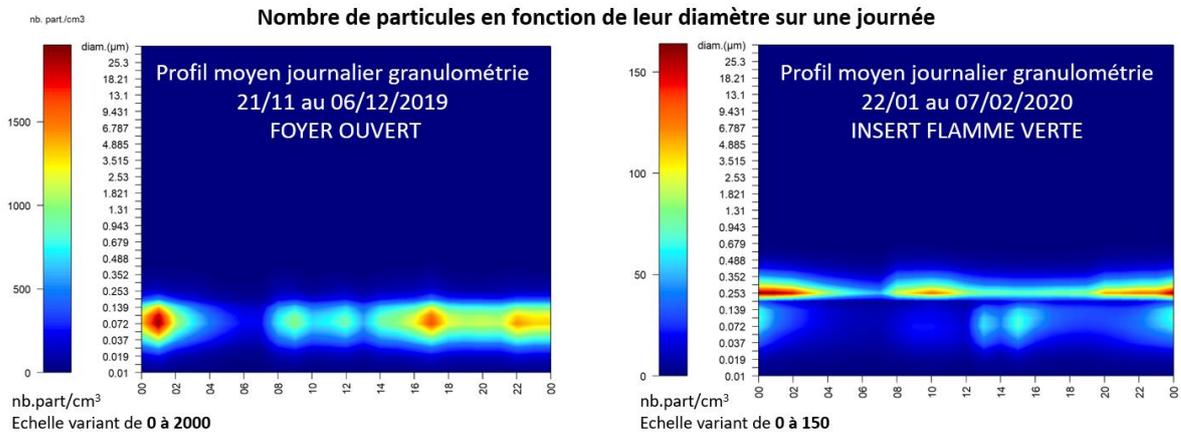
Expertise de l'évolution des paramètres mesurés en air intérieur

- Avec le nouveau système de chauffage, la **consommation de bois de chauffe** a été **réduite de deux tiers**. Ainsi, avec un tiers du bois qui était utilisé avant, les occupants réduisent de manière significative leur facture d'énergie en **améliorant grandement leur confort thermique ressenti**. Malgré des températures légèrement à la hausse, il n'est pas observé de différences significatives des températures du salon entre la première période de mesure en présence de la cheminée et la deuxième période avec insert « flamme verte 7 étoiles ».
- **Le confinement** observé après changement du système de chauffage est beaucoup **plus important que lors de la période avec foyer ouvert**. Les habitudes d'ouverture des fenêtres n'ayant pas changé d'une période à l'autre, l'hypothèse est que l'installation du foyer fermé ait augmenté significativement l'étanchéité à l'air du conduit de cheminée et donc du salon, pièce dans laquelle se trouve l'insert.
- **Les particules fines** ont montré une **diminution significative des concentrations moyennes massiques** lors de la période avec l'insert flamme verte :
 - PM₁₀ : Diminution de 25 % ;
 - PM_{2,5} : Diminution de 35 % ;
 - PM₁ : Diminution de 45 % ;



Les émissions en PM₁₀, PM_{2,5} et PM₁ de l'insert flamme verte apparaissent inférieures. Cette amélioration peut être due à une combustion plus aboutie liée au haut rendement de l'appareil, ainsi qu'au fait que le foyer soit fermé, mais il semble que la différence soit également liée à une moindre utilisation du chauffage grâce à sa performance thermique plus élevée.

- **Pour les particules ultrafines**, les concentrations moyennes en nombre des fractions inférieures à 250 nm ont **fortement diminué** après le changement du système de chauffage : **15 à 30 fois moins** selon les fractions. Ces différences significatives semblent témoigner d'une **émission de particules ultrafines inférieures à 250 nm beaucoup moins importante du nouveau système de chauffage**.



- **Le black carbon total** à l'intérieur du logement a montré une **baisse de 30%** après changement du système de chauffage. La part du black carbon issu de la combustion de bois est passée de 50% à 35% avec l'insert flamme verte. Ces diminutions de black carbon semblent être liées à une **émission moins importante du nouveau système** mais également à son **utilisation moins fréquente** en lien avec sa performance thermique plus élevée.
- **Pour le dioxyde d'azote**, le changement du système de chauffage par un insert flamme verte a occasionné une **baisse de la concentration moyenne intérieure de 50%**. Le système d'**insert fermé** semble donc être **moins émetteur** de dioxyde d'azote en air intérieur. Il est également possible que l'augmentation du confinement intérieur ait participé à cette baisse, en **minimisant les échanges extérieurs vers intérieur**.
- Enfin, les **concentrations en monoxyde de carbone** étant faibles avec l'ancien foyer ouvert, le changement du système de chauffage n'a pas apporté d'amélioration sur les concentrations moyennes. Néanmoins, les **concentrations ponctuelles maximales sont inférieures** avec l'insert fermé.

Le remplacement du foyer ouvert par un insert labélisé flamme verte 7 étoiles a permis de réduire significativement les concentrations moyennes intérieures de particules fines, de black carbon et de dioxyde d'azote mais surtout des particules ultrafines inférieures à 250 nm.

Cela n'a pas changé significativement les concentrations intérieures en monoxyde de carbone mais a occasionné un confinement plus important qu'auparavant.

Le confort ressenti des occupants s'est fortement amélioré et a occasionné une économie d'énergie significative par la réduction de deux tiers du volume de bois de chauffe utilisé et l'inutilisation des chauffages d'appoint électriques.

Les éléments clés du chauffage bois dans les Bouches-du-Rhône

Les émissions de polluants atmosphériques liées au secteur résidentiel proviennent du chauffage, de la climatisation, de la cuisson, du lavage, de la production d'eau chaude sanitaire, etc.

Dans les Bouches-du-Rhône, les émissions résidentielles représentent environ 19 % pour les PM2.5 et 16 % pour les PM10 (source : inventaire AtmoSud 2016, édition 2019). Une partie des particules fines est constituée de carbone suie (black carbon) dont l'origine est principalement la combustion de produits pétroliers ou de biomasse. Même si les émissions de particules suivent une tendance à la baisse depuis une dizaine d'année (-27 % de 2007 à 2016), la part du secteur résidentiel ne diminue pas d'autant (- 8 %).

Dans cette part résidentielle, le chauffage au bois est à l'origine de 92 % des émissions de particules en air extérieur.

Les autres sources de combustion sont le chauffage au gaz, au fioul et le brûlage des déchets verts. Ces émissions augmentent chaque année au cours de la période automne / hiver en lien avec l'augmentation des émissions liées au chauffage et au brûlage de déchets verts.

L'utilisation du « bois-énergie » devrait encore se développer selon les orientations du Schéma Régional Biomasse¹, d'où la nécessité d'une vigilance relative aux émissions liées à cette énergie. En effet si cette dernière est développée au travers de systèmes peu performants, elle pourrait produire une dégradation de la qualité de l'air.

Un foyer ouvert émet environ 60 fois plus de particules à l'extérieur qu'un système de chauffage au bois performant.

L'évolution du parc de chauffage est donc un levier intéressant pour la réduction des émissions de particules et l'amélioration de la qualité de l'air ambiant. Le taux de renouvellement est toutefois lent. Ainsi, l'accélération de ce renouvellement du parc existant dans le résidentiel est une priorité.

Le Conseil départemental a signé avec l'ADEME une convention Prime Air Bois destinée à favoriser le remplacement des vieux appareils de chauffage au bois par des équipements plus performants, labélisés flamme verte 7 étoiles.

La qualité de l'air intérieur des logements est également impactée par les appareils de chauffage au bois.

Plus la combustion est complète, moins les émissions de polluants atmosphériques sont importantes. Les émissions à l'intérieur du logement dépendent du rendement de l'appareil, de son entretien et de celui de la cheminée d'évacuation, du mode d'allumage, du type de bois utilisé. Elles dépendent également de la capacité de l'appareil à éviter les inversions de tirage lorsque le tirage thermique n'est pas important (phase d'allumage, fin de combustion, fonctionnement à allure réduite). Selon l'INERIS, « environ 80 % des émissions polluantes ont lieu durant les 10 à 15 minutes après l'allumage de la charge ».

Les principaux polluants émis sont les particules fines, le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote et les composés organiques volatils (COV) comme le benzène et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

Les foyers ouverts impactent fortement l'air intérieur. C'est aussi le cas des foyers fermés anciens non performants. De nos jours, les systèmes sont plus performants, en particulier ceux labélisés flamme verte. Ce label est basé sur le rendement énergétique et les émissions de monoxyde de carbone, particules fines et d'oxydes d'azote. A noter que, quel que soit l'appareil de chauffage utilisé, l'évacuation des cendres et le nettoyage du foyer peuvent être des phases significativement émissives, même si celles-ci restent ponctuelles.