

## CARACTÉRISATION PHYSICO-CHIMIQUE DES PARTICULES ISSUES DU CHAUFFAGE DOMESTIQUE AU BOIS<sup>1</sup>

par Benoit **Brandelet**

Xavier **Deglise**<sup>2</sup>. – Le bois énergie prend de plus en plus d'importance dans notre pays et constitue la première source d'énergie renouvelable en France. Depuis quelques années il est de plus en plus l'objet de polémiques lors de phénomènes météorologiques conduisant à des pollutions atmosphériques durables comme au cours de ces hivers derniers. Le problème le plus important est le taux d'émissions de particules fines lors de la combustion du bois dans les foyers des appareils domestiques de chauffage au bois. Il était donc important que les émissions polluantes de ce secteur soient mieux analysées et comprises.

Le travail de fond qui a été entrepris est original par les moyens mis en œuvre et fondamental pour le développement de nouveaux appareils de chauffage individuel au bois avec des modes de fonctionnement adaptés.

Cette recherche ne pouvait être conduite qu'à l'ENSTIB, sous la direction du Professeur Rogeume, dans son groupe sur la combustion du bois, au sein du LERMaB, Equipe associée de l'Université de Lorraine et unité sous contrat de l'INRA.

Ce groupe unique en France dispose d'équipements de combustion nombreux et divers, de l'échelle domestique à l'échelle industrielle, et a accès à des méthodes analytiques variées et performantes.

Le mémoire de thèse présenté est divisé en cinq chapitres.

Le Chapitre 1 présente une étude bibliographique complète sur le chauffage domestique au bois dans le contexte énergétique actuel et les différentes technologies d'appareils présentes sur le marché. Un point a été réalisé sur les connaissances des émissions polluantes du chauffage domestique au bois.

Le Chapitre 2 détaille non seulement les différentes campagnes expérimentales, mais aussi les différents protocoles et les différentes analyses réalisées, notamment la mise au point de méthodologies de l'analyse OC/EC (carbone organique/carbone élémentaire) ou encore d'imagerie et de microanalyse X adaptées pour les particules issues de la combustion du bois.

Le Chapitre 3 a pour objet de définir les émissions types des différents appareils de chauffage domestiques, mais aussi les facteurs influant sur ces émissions, comme notamment la nature du combustible (essence, écorces, humidité). Le mode d'allumage (inversé ou traditionnel), les réglages des arrivées d'air et l'injection d'air secondaire ont été quantifiés.

Le Chapitre 4 se concentre sur l'observation de l'évolution des particules dans le conduit d'évacuation des fumées. Les caractéristiques physico-chimiques de la matière particulaire sont donc définies de la chambre de combustion jusqu'à l'évacuation des fumées.

Pour terminer, le Chapitre 5 présente une analyse phénoménologique permettant de synthétiser et d'appliquer les résultats des chapitres précédents. C'est notamment dans ce chapitre que les mécanismes de formation/destruction et d'évolution des particules sont définis.

Ces connaissances obtenues par ce travail de thèse permettront d'adapter les utilisations des appareils de chauffage domestique au bois aux nouvelles problématiques environnementales sachant que les émissions d'un appareil de chauffage à bûches sont plus influencées par la méthode d'utilisation que celles d'un poêle à granulés par exemple, puisqu'aucune automatisation n'existe dans la combustion de

---

<sup>1</sup> Thèse soutenue le 13 décembre 2016.

<sup>2</sup> Membre correspondant de l'Académie d'Agriculture de France.

bûches. Ainsi, l'utilisateur, via son choix de combustible et l'utilisation de son appareil, agit de manière directe sur la pollution atmosphérique.

A partir de ces résultats, l'évolution des caractéristiques et du nombre de particules depuis la chambre de combustion de l'appareil jusqu'au champ proche a été déterminée, permettant d'aller au-delà de l'étude normative classique. De nouveaux savoirs sur les particules ont ainsi été mis en évidence. L'ensemble de ces nouvelles connaissances, aidant à mieux connaître les particules produites par la combustion de bois dans des appareils indépendants, ouvre aujourd'hui de nouvelles pistes pour créer des systèmes de traitement spécifiques et efficaces.

Le travail réalisé pendant cette thèse, extrêmement important et complet, a permis d'acquérir de nouvelles connaissances qui fournissent de nombreuses données de base d'ores et déjà utilisées pour diminuer l'impact environnemental du chauffage au bois, mais aussi de développer des procédés innovants de filtration et pour identifier les mécanismes de modifications physico-chimiques des particules dans l'atmosphère .

Ce travail est particulièrement d'actualité et débouche sur des enjeux importants, à la fois de santé, de politique publique, d'aménagement du territoire ou d'emploi. Il permet de mieux comprendre les problèmes de l'utilisation du bois en tant que source d'énergie et de rationaliser son usage notamment quant au type de combustible bois primaire ou issu de « cascade ». Il est donc d'un intérêt fondamental pour notre Académie.