

Titre du projet

Porteur : Manuel KÜHNI

Laboratoire : CETHIL (Centre d'Énergétique et de Thermique de Lyon) INSA de Lyon

Nature du financement demandé : Stage-M2 (5 mois)

Période : Février à juillet

1- Résumé :

La biomasse jouera un rôle significatif dans le développement de processus de production de chaleur propres et durables avec une forte réduction des émissions de CO₂^{1,2}. Il existe plusieurs façons d'exploiter le potentiel énergétique de la biomasse, telle que la combustion dans une chaudière, domestique³ ou industrielle. Dans ces systèmes, utilisant des granulés (pellets) comme combustible, il est important de contrôler l'efficacité du processus de combustion, qui est complexe et implique plusieurs phénomènes simultanés tels que l'écoulement des fluides, les réactions physiques et chimiques, les transferts de chaleur et de masse. La maîtrise de la quantité d'air nécessaire à la combustion, ainsi que sa redistribution au sein du foyer, représente donc un rôle primordial et nécessite un approfondissement de l'étude de son impact.

L'objectif principal du projet est d'améliorer la compréhension de la combustion biomasse avec l'étude des émissions de polluants, gazeux et particulaires, et d'optimiser les systèmes énergétiques utilisant la biomasse.

2- Sujet développé :

a. Contexte et mission

Ces dernières années, les fabricants d'appareil de chauffage domestique au bois ont fortement optimisé les conditions de combustion, via le développement de nouvelles technologies, afin d'être en mesure de respecter les réglementations européennes. L'influence de la nature du combustible et de son procédé de fabrication sur les caractéristiques de la combustion, et notamment sur les émissions polluantes reste quant à elle encore largement à étudier. Afin d'accroître les performances environnementales de ces installations, le groupe de recherche du CETHIL a pour objectif de préciser les relations entre les propriétés du combustible biomasse utilisé (essence, taille, composition chimique, taux d'humidité, taux de cendres, etc...) et les émissions des polluants gazeux et particulaires générées lors de sa combustion.

Les essais menés dans le cadre de ce travail permettront de définir l'impact du taux d'humidité du combustible, de sa composition physico-chimique, mais également de sa densité. Ces analyses permettront de pouvoir optimiser le process de fabrication des granulés afin de converger vers une production présentant des propriétés contrôlées. Les essais menés sur un brûleur académique permettront d'établir les relations entre les propriétés du combustible et les émissions polluantes générées dans un environnement contrôlé, en s'affranchissant des problèmes d'hétérogénéité du combustible et de variabilité des paramètres de fonctionnement d'un poêle commercial à granulés. Enfin, la validité de ces analyses pourra être évaluée dans une configuration réelle constituée d'une chaudière à granulés standard chez un partenaire académique.

Les essais sur brûleur académique se dérouleront suivant un plan d'expérience retenu pour représenter les conditions les plus réalistes d'utilisation des appareils (vitesse de l'air, température des gaz frais...). Les mesures prendront ainsi en compte la totalité d'un cycle de combustion en incluant la phase d'allumage, de mise en régime et d'extinction en ce qui concerne le poêle à granulés. Or, ces phases sont actuellement peu étudiées du fait car elles ne font pas parties des mesures réglementaires où seule une phase de régime stabilisé est prise en compte. Les résultats obtenus contribueront à améliorer le process de fabrication et des caractéristiques des granulés bois pour en optimiser l'usage principalement en termes d'émissions gazeuses et particulaires.

b. Activités :

Le stagiaire aura pour mission d'étudier l'influence de la nature du combustible bois et de son procédé de préparation sur les facteurs d'émissions des polluants gazeux et des particules fines générées par un brûleur académique permettant de mettre en œuvre des conditions pleinement contrôlées des essais sur des appareils de chauffage domestique de nouvelle génération en conditions réelles de fonctionnement pourront être effectués dans le cadre d'un partenariat avec un autre laboratoire.

Une première partie sera dédiée à la caractérisation du brûleur académique avec un contrôle précis des conditions aux limites et des modifications permettant la mise en œuvre des diagnostics de mesure usuels en combustion.

Un deuxième volet sera consacré à la réalisation des essais expérimentaux sur ce brûleur académique.

c. Contexte du travail :

Le Centre d'Energétique et de Thermique de Lyon (CETHIL) est une Unité Mixte de Recherche (UMR 5008) de l'INSA Lyon, du CNRS et de l'Université Claude-Bernard Lyon 1.

Le laboratoire est situé à Villeurbanne (Rhône) sur le site de la Doua.

Le groupe de recherche « Transferts Thermiques dans les Milieux Réactifs (2TMR) » qui fait partie du thème de recherche « Milieux Réactifs et Transferts Radiatifs » possède une expertise reconnue en combustion expérimentale (<https://cethyl.insa-lyon.fr/fr/content/transferts-thermiques-dans-milieux-reactifs>).

Informations complémentaires :

Documents requis : CV, lettre de motivation et deux références à contacter.

Le candidat devra posséder une appétence pour la réalisation d'essais expérimentaux.

Contacts : Manuel KÜHNI (MdB INSA) : manuel.kuhni@insa-lyon.fr (04 72 43 62 69)

d. Références bibliographiques

1 Demirbas, M.F.; Balat, M.; Balat, H. Energy Convers. Manag.(2009) 50, 1746–1760 (<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2009.03.013>).

2 Directive 2018/2001/EC of 11 december 2018 on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sourc.

3 Mack, R., Schön, C., Kuptz, D. et al. Biomass Conv. Bioref. (2022) (<https://doi.org/10.1007/s13399-022-03302-6>)