



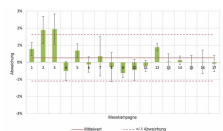
Prof. Dr. Roger Röthlisberger de la HEIG-VD à Yverdon.
Photo: B. Vogel



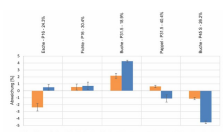
Installation de mesure utilisée pour l'essai de terrain chez le fournisseur de plaquettes de bois Germaplaket à Yverdon.
Photo: B. Vogel



Thierry Stäger, chercheur à la HEIG-VD se sert de la nouvelle installation de mesure. Le boîtier gris argenté au-dessus du convoyeur est l'instrument infrarouge pour la mesure de l'humidité.
Photo: B. Vogel



Le graphique montre avec quelle précision l'installation du laboratoire de la Haute École d'Yverdon a pu déterminer la masse des plaquettes de bois lors de 17 mesures.
Graphique: HEIG-VD



Erreurs de mesure de l'installation de laboratoire lors de la mesure d'humidité par infrarouge (orange) et par micro-ondes (bleu)

Xylo Chips : Mesure du contenu énergétique des plaquettes de bois

(©BV) Une équipe de chercheurs de la HEIG-VD à Yverdon souhaite y remédier: les scientifiques ont construit une installation permettant de déterminer la teneur énergétique des plaquettes de bois lors de leur livraison à la centrale de chauffage à bois. Cette méthode pourrait permettre de rendre la production de chaleur à partir du bois plus efficace et écologique. [\(Texte auf Deutsch >>>\)](#)

Quel est le bois le mieux adapté pour la cheminée ou le poêle en faïence ? Les bûches de chêne génèrent une braise durable, le hêtre est connu pour ses belles flammes et le bouleau pour son odeur agréable. Les résineux comme le sapin et le pin brûlent plus rapidement car ils ont une moindre densité. Une chose s'applique malgré toutes ces différences : la quantité de chaleur produite par la combustion d'un kilogramme de bois est pratiquement identique avec tous les types de bois. Le pouvoir calorifique du bois est essentiellement déterminé par deux facteurs d'influence : la masse et l'humidité. Quiconque souhaite déterminer le contenu énergétique des plaquettes de bois doit les peser et déterminer leur teneur en humidité.



Rémunération en fonction du contenu énergétique au lieu de la chaleur produite

C'est exactement ce que Roger Röthlisberger, Julien Ropp et Thierry Stäger n'ont cessé de faire au cours des deux dernières années. M. Röthlisberger est professeur à la Haute École d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD) à Yverdon, M. Ropp est chef de projet et M. Stäger est ingénieur de projet dans la même institution. Avec leurs partenaires, les trois scientifiques ont construit une installation permettant de déterminer le contenu énergétique des plaquettes de bois avant la combustion. Roger Röthlisberger explique la motivation du projet de recherche : « Aujourd'hui, les fournisseurs de bois sont rémunérés en fonction de la chaleur générée avec leurs plaquettes de bois et non pas en fonction de la quantité d'énergie qu'elles contiennent effectivement. »

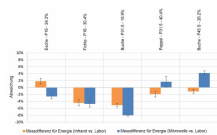
Pour M. Röthlisberger, il s'agit d'une différence subtile mais de taille. L'expérience montre en effet que la chaleur générée par une certaine quantité de plaquettes peut être jusqu'à deux fois moins élevée dans une centrale de chauffage d'efficacité médiocre que dans une centrale de chauffage de grande efficacité. Le plus dérangeant : si les plaquettes de bois ne génèrent que peu de chaleur, le préjudice financier n'incombe pas à l'exploitant de la centrale de chauffage mais au fournisseur de bois. M. Röthlisberger compare la situation à « un propriétaire d'une station-service qui ne serait pas payé pour l'essence mais pour les kilomètres parcourus par le conducteur. »

Quelques secondes pour déterminer le contenu énergétique

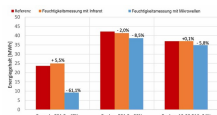
L'installation conçue par les chercheurs vaudois pour déterminer le contenu énergétique a une structure relativement simple : lors de la livraison à la centrale de chauffage, les plaquettes de bois sont déversées dans une trémie d'alimentation puis arrivent sur une bande de convoyage. Celle-ci est équipée d'une balance et d'un instrument de mesure de l'humidité. Les dispositifs de mesure déterminent continuellement la masse et la teneur en eau des plaquettes de bois qui circulent. Lors d'une démonstration sur le terrain du fournisseur de plaquettes de bois Germaplaket à Yverdon, les choses se passent rapidement : un tracteur déverse deux godets de plaquettes de bois dans la trémie. La masse et l'humidité des plaquettes sont déterminées lors de leur passage sur la bande de convoyage. Après une demi-minute, toutes les plaquettes de bois sont passées par l'installation de mesure. L'écran affiche le résultat : 401 kg de plaquettes de bois avec une humidité de 29.8%. Il en résulte un contenu énergétique de 1'120 kWh.

Dans une première étape, les scientifiques ont construit une installation de laboratoire dans les locaux de la HEIG-VD à Yverdon. Elle avait une capacité de 4 mètres cubes/minute. Les chercheurs ont ensuite utilisé cette installation sur le terrain du fournisseur de plaquettes de bois Germaplaket pour des mesures

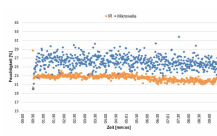
pour différents types de bois, différentes tailles de plaquettes et différents taux d'humidité. Graphique: HEIG-VD



Erreurs de l'installation de laboratoire lors de la mesure du contenu énergétique de plaquettes de différents types de bois, de différentes tailles (P16, P31, P45 S) et de différents taux d'humidité (entre 18.9 et 40.4%). Graphique: HEIG-VD



Mesure de l'énergie pour trois lots de 40 m² cubes de plaquettes avec l'installation de test sur le terrain. Avec la mesure d'humidité par infrarouge, le contenu énergétique peut être déterminé assez précisément dans les trois cas. Graphique HEIG-VD



Le graphique documente les valeurs instantanées de mesure pendant une période de 9 minutes sur l'installation de test de la Haute École d'Yverdon. Graphique: HEIG-VD



Installation de mesure utilisée pour l'essai de terrain chez le fournisseur de plaquettes de bois Germaplaket à Yverdon. Photo : B. Vogel



Cette pile de tamis dans le laboratoire de la HEIG-VD d'Yverdon sert à déterminer la taille (granulométrie) des plaquettes. Photo: B. Vogel

en conditions réelles. Les essais réalisés jusqu'à présent en laboratoire et sur le terrain ont confirmé l'aptitude fonctionnelle de l'installation de mesure : « Nous avons pu mesurer la masse avec une précision de 1% et l'humidité avec une précision de 3%. Nous sommes ainsi en mesure de déterminer le contenu énergétique avec une erreur inférieure à 5% », affirme Roger Röthlisberger pour résumer le résultat principal du projet de recherche de deux ans (cf. graphiques 05 pour la masse, 06 pour l'humidité et 07 pour le contenu énergétique). Pour comparer : « dans les centrales de chauffage, les compteurs de chaleur déterminent aujourd'hui l'énergie produite par les chaudières avec une précision comprise entre 2 et 7% », affirme Röthlisberger, « à cela s'ajoute la plus grande imprécision qui résulte du rendement global estimé de l'installation. »

Les infrarouges plus précis que les micro-ondes

Le projet intitulé «XyloChips» a été subventionné par l'Office fédéral de l'énergie et le Canton de Vaud. Au cours des prochains mois, les scientifiques veulent confirmer les résultats obtenus jusqu'à présent avec d'autres mesures de terrain. La mesure de l'humidité présente un résultat intermédiaire intéressant. Pour la déterminer, les chercheurs utilisent parallèlement deux méthodes de mesure différentes : l'une fonctionne avec des micro-ondes, l'autre avec un rayonnement infrarouge (IR). Contrairement à la mesure IR, la mesure à micro-ondes implique un contact direct de la sonde avec le bois, ce qui rend la mesure sujette aux erreurs. En revanche, l'avantage est que la mesure n'est pas réalisée uniquement à la surface des plaquettes, contrairement à la mesure IR, mais également en profondeur et par conséquent, elle est moins sujette aux différences de couleur et d'humidité de surface des plaquettes.

« Nos essais n'ont pas confirmé ces supposés inconvénients de la mesure IR », affirme Thierry Stäger. Elle s'est finalement révélée beaucoup moins sensible à l'humidité de surface des plaquettes que le celle réalisée par le micro-ondes lors d'un essai qui a consisté à arroser les plaquettes avec de l'eau lors de leur passage sur l'installation. Les différences de granulométrie des plaquettes de bois ont également provoqué de plus forte divergences sur le micro-ondes. La conclusion de Thierry Stäger est claire : « La méthode à infrarouge est actuellement la meilleure. » Pour combiner les avantages des deux technologies de capteur utilisées, les chercheurs souhaitent intégrer un autre type de capteurs à micro-ondes sans contact dans d'autres essais. Ce dernier est également disponible sur le marché mais plus cher que les instruments de mesure testés jusqu'à présent.

Sur la voie de la commercialisation

Dans le cadre d'un projet pilote, les chercheurs de la Haute École d'Yverdon souhaitent désormais tester leur installation de manière plus approfondie chez un utilisateur pendant une saison de chauffage. L'objectif est de simplifier considérablement l'installation afin de réduire les coûts de fabrication par installation à env. 50 000 Fr. afin d'augmenter les chances de commercialisation. La commercialisation de l'installation pourrait alors être réalisée par la société Aficor SA (Chanéaz/VD), un fabricant de machines forestières partenaire du projet, qui a déjà fabriqué le prototype. En Suisse, plusieurs centaines de producteurs de plaquettes de bois, mais également de grands consommateurs comme des centrales de chauffage, sont des clients potentiels pour des installations mobiles ou stationnaires. « Nous partons du principe que les producteurs de plaquettes de bois ont un intérêt économique pour de tels installations puisqu'ils peuvent perdre beaucoup d'argent dans la mesure où ils ne sont pas rémunérés de manière appropriée pour l'énergie qu'ils fournissent », affirme Roger Röthlisberger.

Röthlisberger et ses collègues sont confiants. De telles installations de mesure pourraient pousser les exploitants de centrales de chauffage à brûler le bois encore plus efficacement qu'aujourd'hui étant donné qu'ils y trouveraient un intérêt économique. Des installations modernes et correctement dimensionnées y contribuent ainsi que le type d'exploitation (à pleine charge : utilisation d'accumulateurs d'énergie ; réseaux basse température) et une bonne maintenance. Le bois en tant que source d'énergie pourrait ainsi être utilisé encore plus efficacement, ce qui permettrait également de réduire les émissions de polluants et ainsi d'améliorer la qualité de l'air : deux critères en accord avec la stratégie énergétique 2050 de la Confédération.

Plus le bois est sec, plus il produit de chaleur

Le bois doit être parfaitement sec pour produire le maximum de chaleur lors de sa combustion. L'eau stockée dans le bois réduit le rendement thermique car une partie de l'énergie de combustion se perd sous forme de chaleur de vaporisation.

Le fait est que le bois parfaitement sec n'existe pas dans la réalité. Le bois fraîchement abattu a une humidité relative d'environ 50%, il se compose donc jusqu'à la moitié d'eau. C'est pourquoi les troncs et les branches sont généralement stockés pendant un certain temps dans la forêt, puis plus longuement une fois transformé en plaquettes. Les plaquettes séchées naturellement à l'air libre contiennent encore une humidité de 18 à 25%. Une alternative consiste à couper directement le bois en plaquettes et le laisser fermenter afin de réduire l'humidité à env. 25 à 30%. Toutefois, la fermentation réduit le contenu énergétique du bois. Certaines installations comme Enerbois à Rueyres/FR - la plus grande installation biomasse de Suisse Romande, sont conçues de telle sorte que les plaquettes de bois puissent être brûlées même à très grande humidité.

L'humidité et la taille des plaquettes de bois varient considérablement tandis que ces deux paramètres sont normalisés avec précision pour les pellets. Cela rend la détermination du contenu énergétique des pellets avant la combustion superflue. BV

Dr. Sandra Hermle (sandra.hermle[at]bfe.admin.ch), responsable du programme de recherche de l'OFEN sur la bioénergie, communiquent des informations supplémentaires sur le projet.

©Texte : Dr. Benedikt Vogel, sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)