

# Thèse : Optimisation d'un système de mesure pour l'estimation de la teneur en eau de plaquettes forestières au cours du broyage

<https://wwwdev.espci.fr/fr/espci-paris-psl/emploi/2013/these-optimisation-d-un-systeme-de-mesure-pour-l>

## Laboratoire d'accueil :

Laboratoire de Physique et d'Étude des Matériaux (UMR 8213)

## Ecole doctorale :

École Doctorale Informatique, Télécommunications et Électronique (ED 130)

## Sujet de thèse :

Optimisation d'un système de mesure pour l'estimation de la teneur en eau de plaquettes forestières au cours du broyage

## Thématique de recherche :

Le réchauffement climatique est un problème majeur pour les années à venir. S'il ne peut plus être évité, on peut cependant limiter son importance en réduisant les émissions de gaz à effet de serre, notamment le dioxyde de carbone. Pour cela, une solution consiste à utiliser des énergies propres telle que l'énergie solaire ou les énergies à bilan de carbone nul. La biomasse lignocellulosique est une source d'énergie qui s'inscrit dans cette seconde catégorie. Les plaquettes forestières en sont un exemple. Elles sont issues des déchets de l'exploitation forestière : le bois non directement exploitable est broyé pour former des plaquettes qui peuvent être brûlées dans des chaudières. Le bilan carbone de cette source d'énergie s'équilibre sur une période d'environ 20 ans puisque la quantité de dioxyde de carbone émise lors de la combustion des plaquettes dans une chaudière est la même que celle utilisée pour la croissance de la plante lors du reboisement. Par ailleurs en l'absence d'exploitation, cette quantité de dioxyde de carbone sera de toute façon libérée par la décomposition du bois. La production de plaquettes forestières nécessite de l'énergie qui doit être prise en compte dans le bilan carbone. Le bois doit être tronçonné, broyé puis transporté. Cependant, cette énergie ne représente que 2% de l'énergie produite par les plaquettes, alors qu'elle représente 3 à 5% pour l'éolien, près de 20% pour le solaire et presque 50% pour les biocarburant ! En France, la transformation des déchets de bois en plaquettes forestières pourrait représenter jusqu'à 10% des besoins énergétiques français. Finalement, cette énergie est durable, abondante et très peu polluante; elle mérite donc d'être étudiée comme une solution prometteuse. Le bois fraîchement coupé contient jusqu'à 60% de son poids en eau. D'un point de vue énergétique, il faut 3 tonnes de plaquettes à 20% de teneur en eau pour obtenir 1 tonne d'équivalent pétrole quelle que soit l'essence de bois utilisée. En revanche, lorsque la teneur en eau est de 50%, il faut 5 tonnes de bois pour obtenir 1 tonne d'équivalent pétrole car, non seulement l'eau n'est pas une source d'énergie, mais elle absorbe en plus une fraction de l'énergie pour sa vaporisation. De ce fait, le développement d'une filière industrielle d'exploitation des plaquettes forestières nécessite de connaître précisément la teneur en eau des plaquettes produites. La mesure légale de la teneur en eau est obtenue en chauffant le bois à 103°C puis en comparant la masse du bois avant et après séchage. C'est une méthode très précise mais très lente. Typiquement, le résultat est obtenu après 24 heures. Par ailleurs, l'estimation de la teneur en eau d'un stock de plaquettes effectuée par échantillonnage de celui-ci n'est pas représentative de la teneur en eau globale. En effet, celle-ci n'est pas homogène ni dans le cas de plaquettes stockées ni au cours de la production compte tenu de la diversité et de la provenance du bois injecté dans les broyeuses.



### Compétences requises :

Pour effectuer ce travail, nous recherchons un candidat qui soit attiré par l'instrumentation et la physique expérimentale et notamment par l'électromagnétisme et le traitement du signal. Le candidat, de par son cursus d'études supérieures, doit avoir de bonnes connaissances en instrumentation, notamment dans le domaine de l'électromagnétisme, ainsi qu'en électronique. Il doit par ailleurs avoir montré de réelles capacités de rigueur, d'initiative et d'autonomie lors de son stage de fin d'étude, qualités qui devront être attestées par une lettre de recommandation de la part de son responsable de stage.

### Description du sujet :

Actuellement, l'industrie des plaquettes s'oriente vers une mesure continue en cours de production afin de maîtriser le séchage et une mesure globale effectuée lors de la livraison. Le Groupe Instrumentation du LPEM (UMR 8213) possède une grande expérience dans la mise en œuvre de méthodes de mesures dans des domaines variés : mesure de charges dans les isolants, mesures capacitives, mesures hyperfréquences et acoustiques. Récemment, le groupe a démontré dans le cadre de l'ANR OMICAGE la faisabilité d'une mesure en cours de broyage. Le sujet proposé s'inscrit dans la continuité de cette étude pour optimiser le dispositif étudié et d'effectuer des tests de validation sur terrain en grandeur nature. Tous ces travaux seront faits dans le cadre de l'ANR MOQAPRO dont les partenaires sont l'UCFF, l'ONF et le FCBA, trois organismes particulièrement impliqués dans la ressource forestière. Le dispositif à optimiser utilise des ondes électromagnétiques pour estimer l'hygrométrie des plaquettes forestières passant dans la tuyère de la déchiqueteuse. Pour estimer la teneur en eau, il est nécessaire de mesurer en même temps la masse des plaquettes. Ce capteur supplémentaire à installer dans la tuyère est le premier objectif de ce travail. Il permettra de réaliser des campagnes de mesure précises et contrôlées et ainsi de mettre en place les algorithmes de classification et d'estimation nécessaires. Une approche semi-physique sera privilégiée. Le second objectif est de valider l'instrument de mesure. Cela sera effectué dans un premier temps en laboratoire sur une chaîne de mesure adaptée en utilisant plusieurs essences de bois et plusieurs granulométries de plaquettes. Plusieurs campagnes de validation sur terrain clôturera le travail de thèse.

### Modalités de recrutement :

CDD de 36 mois à compter du 1er novembre 2013

### Contact

Nom : Emmanuel GERON Tel : 01 40 79 45 66 Mail : [emmanuel.geron@espci.fr](mailto:emmanuel.geron@espci.fr) Candidatures (lettre de motivation et CV) à transmettre par courrier électronique.

### Accès

Métro ligne 7 (Place Monge/Censier Daubenton) RER B (Luxembourg) Bus 21, 27 & 47 3 stations Vélib proches