

Ecole doctorale 305 « Energie Environnement »

AVIS DE PRESENTATION DE TRAVAUX EN VUE DE L'OBTENTION DU DOCTORAT

Monsieur Axel CURCIO soutiendra sa thèse le **19 octobre 2023 à 10h** à **Grand Four Solaire d'Odeillo 7 rue du Four Solaire, 66120 Font-Romeu Odeillo Via**, salle **Salle Puigmal (7^è étage)**, un doctorat de l'Université de Perpignan Via Domitia, spécialité **Sciences de l'Ingénieur**.

TITRE DE LA THESE : SMARTSOL - SiMULAtion dynamique et contRôle d'un gazéifieur conTinu pour la production de carburants SOLaires

RESUME : Cette thèse s'intéresse à l'optimisation d'un réacteur à jet (« conical jet spouted bed »), pour la gazéification solaire de biomasse (copeaux de hêtre). Le gaz de synthèse obtenu (« syngas ») peut permettre, entre autres, la synthèse d'alcools et de biocarburants. L'intégration de chauffage solaire permet de décarboner un procédé habituellement autothermique, dans lequel un tiers de la matière première est brûlé pour chauffer le réacteur, dégradant au passage la qualité du gaz produit. De nombreux designs de gazéifieurs solaires ont déjà été étudiés expérimentalement depuis les années 1980, montrant des performances énergétiques prometteuses. Quelques travaux théoriques ont également été menés pour étudier la mise en oeuvre de cette technologie dans un procédé industriel. En particulier, il convient de répondre aux variations d'ensoleillement, en proposant des méthodes de stockage thermique et d'hybridation. L'hybridation solaire-autothermique, par injection d'oxygène in-situ, est une solution intéressante qui a été traitée au cours de cette thèse. Dans un premier temps, le dispositif expérimental (1,5 kWth) est décrit. Des expériences avec injection continue sont menées, pour mieux caractériser les réactions de pyrolyse du bois, et de gazéification du char. Via des études comparatives, l'impact de l'agencement de la cavité sur les performances de gazéification solaire est mis en évidence (chauffage indirect via une plaque émettrice, lit de particules inertes, confineur cylindrique). Un code de simulation dynamique est finalement développé sous PYTHON, pour modéliser l'impact des débits de réactifs sur les performances du réacteur en régime transitoire. Ce code couple des cinétiques hétérogènes pour les réactions char-gaz, avec un modèle d'équilibre thermodynamique en phase gaz. Les temps de calcul sont réduits grâce à de telles hypothèses. Dans un deuxième temps, le procédé hybride solaire-autothermique est décrit. Des essais expérimentaux sont exploités, pour quantifier l'impact négatif de l'injection d'O₂ sur la qualité (rapport H₂:CO) et la quantité (H₂+CO) du gaz produit. Des stratégies de contrôle sont alors proposées pour pallier ces effets, via l'ajout contrôlé de biomasse ou d'eau pendant l'hybridation. Une stratégie de production à H₂+CO constant est retenue pour la suite, et fait l'objet d'une étude paramétrique sous PYTHON. Les impacts de l'hybridation sur la température de paroi et la composition du gaz de synthèse sont commentés. Dans un troisième temps, le code PYTHON est appliqué au contrôle dynamique du gazéifieur hybride, permettant de dresser des bilans de production annuels. Un dimensionnement à grande échelle est étudié (10 MWth), dans le cadre d'une régulation du débit volumique H₂+CO et de la température de la zone réactive. Des études paramétriques sont présentées, concernant les paramètres du code de contrôle et l'impact de choix de design sur les performances du gazéifieur hybride. Enfin, la pertinence des hypothèses du modèle est discutée. La présente thèse propose ainsi une stratégie d'hybridation précise (H₂+CO constant), visant à faciliter l'intégration du gazéifieur solaire dans un procédé industriel continu. La faisabilité du contrôle dynamique, avec un pas de temps de l'ordre de la seconde, est démontrée. Pour une centrale de 10 MWth dans la région d'Odeillo (France), la part de chauffage solaire annuelle serait d'environ 20%. Au-delà, la production de syngas est nécessairement fluctuante, justifiant l'intégration de modules de stockage conséquents. Des perspectives sont finalement proposées pour éclairer les choix de conception d'un gazéifieur hybride à grande échelle.

Directeurs de thèse :

Sylvain RODAT, PROCédés, Matériaux et Energie Solaire - Université de Perpignan Via Domitia

Stéphane ABANADES, PROCédés, Matériaux et Energie Solaire - Université de Perpignan Via Domitia

Laboratoire où la thèse a été préparée : PROCédés, Matériaux et Energie Solaire

Le jury sera composé de :

M. Frédéric Marias, Professeur, Université de Pau et des Pays de l'Adour (**Rapporteur**)

M. Guillain Mauviel, Professeur, Université de Lorraine (**Rapporteur**)

M. Sylvain Rodat, Chargé de recherche, Université de Perpignan Via Domitia (**Directeur de thèse**)

M. Stéphane Abanades, Directeur de recherche, Université de Perpignan Via Domitia (**CoDirecteur de these**)

M. Valéry Vuillerme, Ingénieur de recherche, Université Grenoble Alpes (**Co-encadrant de these**)

Mme Marion Carrier, Chargée de recherche, Ecole des Mines d'Albi (**Examinateur**)

M. Stéphane Grieu, Professeur, Université de Perpignan Via Domitia (**Examinateur**)