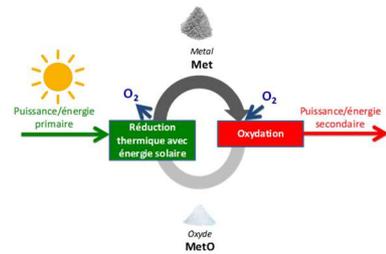


# PRODUCTION DURABLE D'ÉNERGIE EN LIT FLUIDISÉ AVEC LE FER

DIRECTEUR DE THESE : CORNELIUS SCHÖNNENBECK  
LABORATOIRE GESTION DES RISQUES ET ENVIRONNEMENT,  
3 BIS RUE ALFRED WERNER, 68093 MULHOUSE  
TEL : 03 89 33 61 73 / E-MAIL : CORNELIUS.SCHONNENBECK@UHA.FR

Parmi les nombreuses initiatives récentes pour le développement de systèmes de **production d'énergie décarbonée**, la **combustion de métaux** (principalement aluminium, magnésium et fer) sous forme pulvérisée est particulièrement attractive. La combustion de poudres métalliques, avec l'oxygène de l'air ( $\text{Met} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{MetO}$ ), produit de la chaleur sans générer de gaz à effet de serre, et notamment de  $\text{CO}_2$ . En revanche, elle produit des particules solides d'oxydes métalliques. Ces oxydes peuvent être collectés pour être recyclés [1]. L'étape de recyclage consiste à réduire les oxydes métalliques par des processus thermochimiques alimentés par des sources renouvelables (électrolyse, réduction sous  $\text{H}_2$ , énergie solaire concentrée, etc.) et ainsi à régénérer la poudre métallique. Cela permet de résoudre à la fois le problème des émissions de  $\text{CO}_2$  et celui de l'épuisement des ressources énergétiques fossiles. L'apport d'une solution à long terme pour limiter le réchauffement climatique, grâce à une technologie originale, telle que celle proposée avec la combustion des métaux, représente ainsi une véritable opportunité.



La haute densité énergétique inhérente aux métaux est un atout quand il s'agit de transporter ou stocker l'énergie sous forme chimique. Les métaux sont ainsi d'excellents vecteurs énergétiques d'énergies primaires (solaire et éolien) et ceci sur de très longues distances.

Ce sujet de thèse s'inscrit dans ce contexte général. Il a pour objectif **d'étudier l'oxydation de particules de fer (de quelques dizaines de  $\mu\text{m}$ ) en lit fluidisé, pour une production d'énergie**. Cette approche est totalement originale et complémentaire aux études menées actuellement pour des particules de fer isolées [2] ainsi que pour la combustion de fer dans des brûleurs turbulents [3]. L'étude sera principalement menée avec un dispositif expérimental constitué d'un réacteur tubulaire spécifique (de diamètre interne d'une dizaine de mm) contenant une charge de Fer (100 mg à 1 g). La vitesse de combustion du fer sera estimée à partir d'une analyse en ligne de la concentration d'oxygène dans l'effluent en sortie de réacteur. L'influence de la concentration d' $\text{O}_2$  injectée, de la température, de la pression totale dans le réacteur, ainsi que le type et la taille des particules métalliques sera étudiée. Des analyses structurales seront menées (granulométrie, surface spécifique, microscopies) pour étudier l'évolution de la forme et surface des particules métalliques au cours de la réaction. L'ensemble de ces résultats expérimentaux servira de support au développement d'une modélisation phénoménologique de l'oxydation du fer qui permettra d'extraire les constantes cinétiques des réactions impliquées. En complément, les émissions de  $\text{NO}_x$  et des particules fines et ultrafines générées lors de la combustion seront étudiées. Il s'agit des deux polluants atmosphériques majeurs, ayant un impact sanitaire avéré, générés par ce type de combustion. Un scaling-up pourra être envisagé avec le développement d'un dispositif pilote doté d'un réacteur de combustion d'un diamètre de 40 mm.

[1] ANR Stellar (<https://stellar-project.org/index.php/presentation-du-programme/>)

[2] A.Panahi, D. Chang, M. Schiemann, A. Fujinawa, X. Mi, J.M. Bergthorson, Y.A. Levendis, Applications in Energy and Combustion Science **13**, 100097 (2023)

[3] M. Baigmohammadi, W. Prasadha, N.C. Stevens, Y.L. Shoshyn, T. Spee, P. De Goey, Applications in Energy and Combustion Science **13**, 100116 (2023)