

# Offre de stage



Génération directe de vapeur des lignes solaires de la centrale de Llo : modélisation thermohydraulique des écoulements diphasiques dans le tube absorbeur.



Niveau : BAC+5 (Master ou ingénieur)

Début : à partir de Janvier 2022

**Introduction** : La société SUNCNIM - filiale du Groupe CNIM - développe et fournit des technologies solaires à concentration, pour la génération d'électricité ou de chaleur. SUNCNIM est lauréat en 2012 d'un appel d'offres de la Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) lui permettant de développer sa technologie de concentration solaire à échelle industrielle. La société inaugure en 2019 à Llo dans les Pyrénées-Orientales une centrale solaire thermodynamique reposant sur des collecteurs solaires linéaires Fresnel à génération directe de vapeur et équipé d'un système de stockage d'énergie.

De nos jours, la plupart des centrales en opération se basent sur des cycles thermodynamiques de Rankine ou de Hirn pour convertir l'énergie thermique des champs solaires en énergie électrique. Ainsi, la vapeur d'eau est le fluide de travail classiquement utilisé dans les centrales à concentration, cette vapeur est, pour la plupart des installations, produite dans des échangeurs de chaleur. Ces échangeurs sont alimentés par un fluide caloporteur (huile, sel fondu – circuit primaire) provenant des champs solaires et transfèrent de l'énergie thermique au fluide de travail (eau – circuit secondaire) afin de générer de la vapeur d'eau et alimenter le cycle thermodynamique (Figure 1-a). Une autre approche moins répandue est de considérer un seul circuit où la génération de vapeur est réalisée dans les lignes solaires (Figure 1-b). Ce choix technologique, retenu par SUNCNIM pour leurs collecteurs solaires, a l'avantage de réduire les coûts d'installation par la simplification des circuits hydrauliques et le prix du fluide caloporteur. Ainsi, cette configuration est principalement mise en œuvre dans des collecteurs solaires linéaires Fresnel qui affichent le même objectif de réduction des coûts.

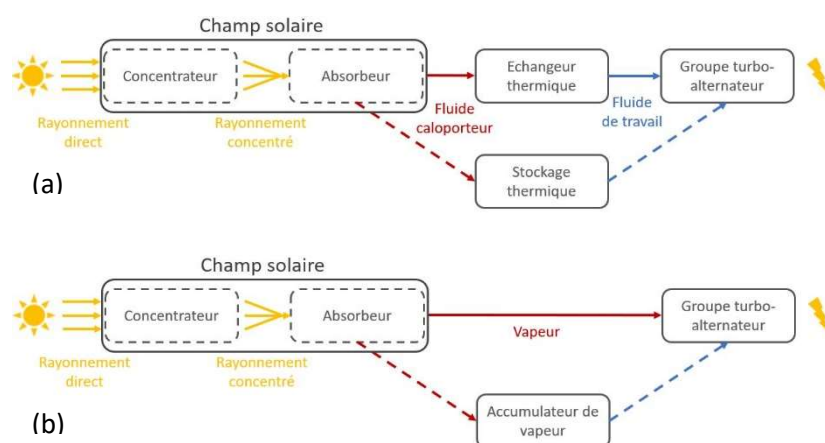


Figure 1 : Schéma bloc d'une centrale solaire (a) composée de deux circuits et (b) à génération directe de vapeur

Dans le cadre d'une thèse CIFRE au laboratoire PROMES et en collaboration avec SUNCNIM, une modélisation de la centrale de Llo est en cours de développement. L'objectif étant d'optimiser les stratégies opératoires de la centrale et notamment la gestion du stockage. Ce modèle est décomposé en trois principales études : une modélisation optique des collecteurs solaires sur Tonatiuh, une modélisation thermohydraulique de l'écoulement diphasique au sein du tube absorbeur sur Matlab et enfin la construction du modèle global sur APROS – un logiciel de modélisation et de simulation de centrales électriques. La Figure 2 présente la structure du modèle à développer et les résultats de chaque étude seront ensuite utilisés comme données d'entrée de la modélisation suivante.

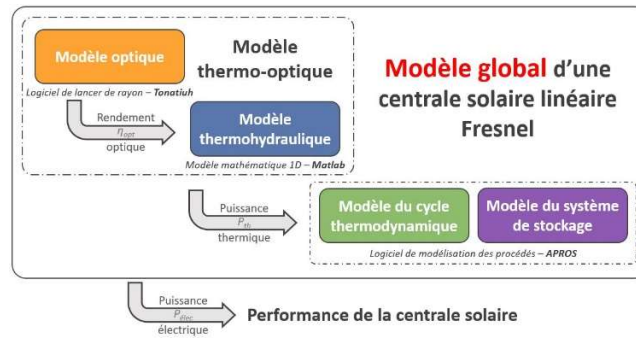


Figure 2 : Structure du modèle à développer

**Objectif :** Le stage sera consacré au développement du modèle thermohydraulique dans le but de caractériser l'écoulement diphasique dans le tube absorbeur du récepteur solaire. Fasquelle [1], durant sa thèse, a réalisé un modèle thermohydraulique sur Matlab pour caractériser le concentrateur cylindro-parabolique Microsol-R à Odeillo. Le but sera d'utiliser ses travaux afin d'adapter le modèle aux lignes solaires de la centrale de Llo en intégrant notamment la génération directe de vapeur. Les résultats de simulations, couplées au modèle optique, permettront de déterminer la performance des lignes solaires de la centrale de Llo. Ce modèle sera validé expérimentalement grâce aux données de la centrale solaire de Llo. Pour cela le stagiaire sera amené à rédiger un protocole d'expérimentation et devra le mettre en œuvre avec les exploitants de la centrale. Enfin, après validation, les résultats de ce modèle seront utilisés comme données d'entrée pour le modèle global.

**Programme de recherche :**

- Identification et analyse des mécanismes physiques mis en jeu à travers une étude bibliographique.
- Modélisation thermohydraulique de l'écoulement diphasique avec l'outil Matlab.
- Validation du modèle par les données de la centrale.

**Références :**

- Vidéo de présentation de la centrale eLlo : <https://youtu.be/7sK976rua7o>

[1] T. FASQUELLE, Q. FALCOZ, and P. NEVEU, "Modélisation et caractérisation expérimentale d'une boucle solaire cylindro-parabolique intégrant un stockage de type thermocline," 2018.

**Profil du candidat :**

Niveau BAC+5 (Master ou Ingénieur). Le candidat devra avoir une solide formation en mécanique des fluides et/ou en énergétique. Un attrait pour l'informatique et la modélisation est nécessaire compte tenu du caractère numérique de l'étude. Une bonne connaissance de l'outil Matlab sera appréciée.

**Lieu de stage :**

Laboratoire PROMES – Site d'Odeillo. Des déplacements réguliers sont prévus sur le site de la centrale à Llo.

**Rémunération :**

À préciser

**Candidature :**

Les lettres de candidature devront être accompagnées d'un CV et adressées à

Docteur : Edouard MONTANET : [edouard.montanet@promes.cnrs.fr](mailto:edouard.montanet@promes.cnrs.fr),

Directeur de thèse : Sylvain RODAT : [sylvain.rodath@promes.cnrs.fr](mailto:sylvain.rodath@promes.cnrs.fr),

Co-directeur de thèse : Quentin FALCOZ : [quentin.falcoz@promes.cnrs.fr](mailto:quentin.falcoz@promes.cnrs.fr),

Responsable de site : Florent LECAT : [florent.lecat@suncnim.com](mailto:florent.lecat@suncnim.com),

Responsable d'exploitation : Fabien ROGET : [fabien.roget@suncnim.com](mailto:fabien.roget@suncnim.com).