

Intensification des transferts dans les récepteurs solaires à gaz pressurisé à haute température

SOLINTENSE

Collaboration
PROMES
LOCIE
DIPI



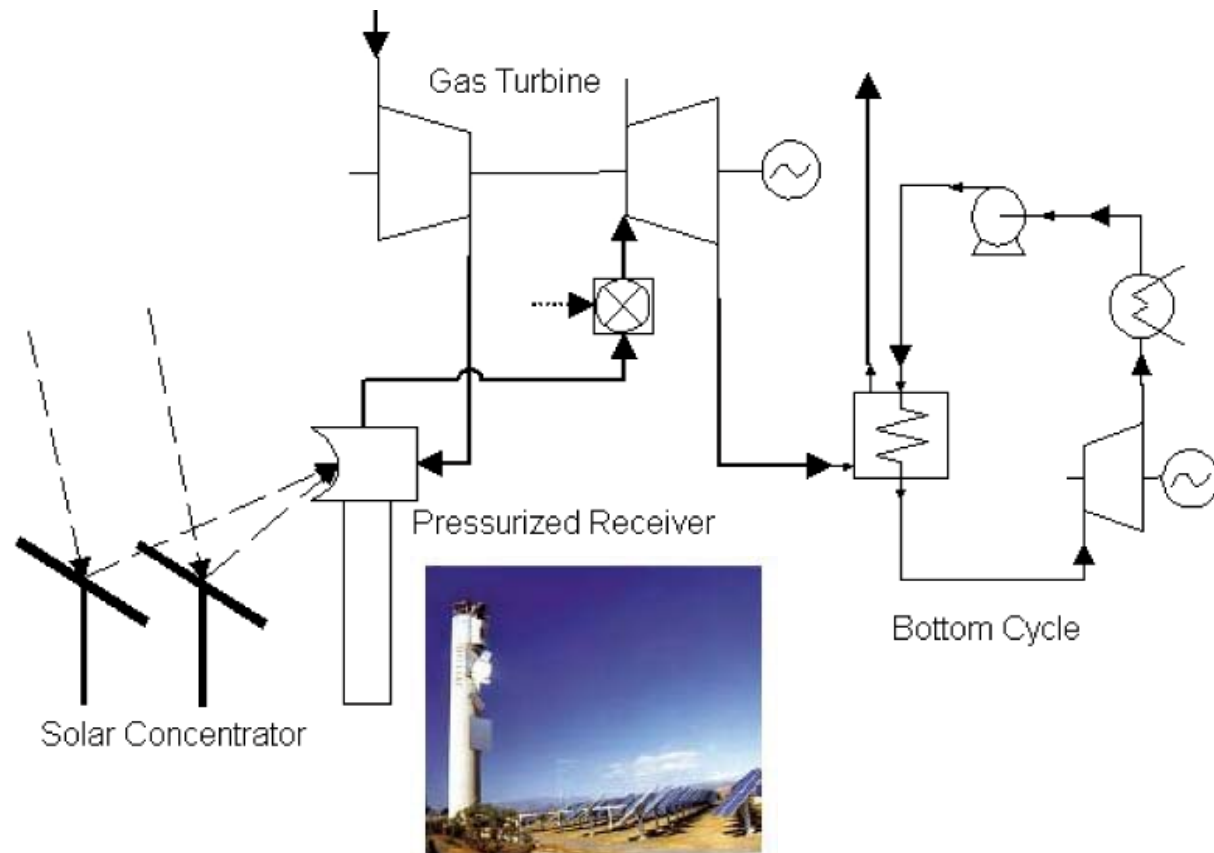
Partenaires

- Gilles FLAMANT, Qi LI, PROMES-CNRS, laboratoire Procédés, Matériaux et Energie Solaire, UPR8521, Font Romeu.
- Lingai LUO, Yilin FAN, LOCIE-CNRS-Univ. Savoie, Laboratoire Optimisation de la Conception et Ingénierie de l'Environnement, UMR 5271, Le Bourget du lac.
- Igor SMUROV, Igor YADROITSEV, DIPI, Diagnostic et Imagerie des Procèdes Industriels, EA 3719, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Saint-Etienne (ENISE), Saint-Etienne

Collaboration: Xigang YUAN, Qi LI, Université de Tianjin, Chine
(via le LIA-LES)

Enjeu

- Les cycles thermodynamique à gaz à haute température:
Accroissement du rendement des centrales solaires de 50% grâce aux cycles combinés



Objectifs

- **Développer des outils de conception des récepteurs solaires** à haute température à partir des concepts des échangeurs compacts en assurant une distribution du fluide homogène, une faible perte de charge et un coefficient de transfert fluide-paroi élevé.
- **Fabriquer des microrécepteurs solaires** par une technologie originale : le frittage laser.
- **Qualifier les performances des récepteurs solaires** dans une vaste gamme de conditions expérimentales à l'aide de fours solaires.

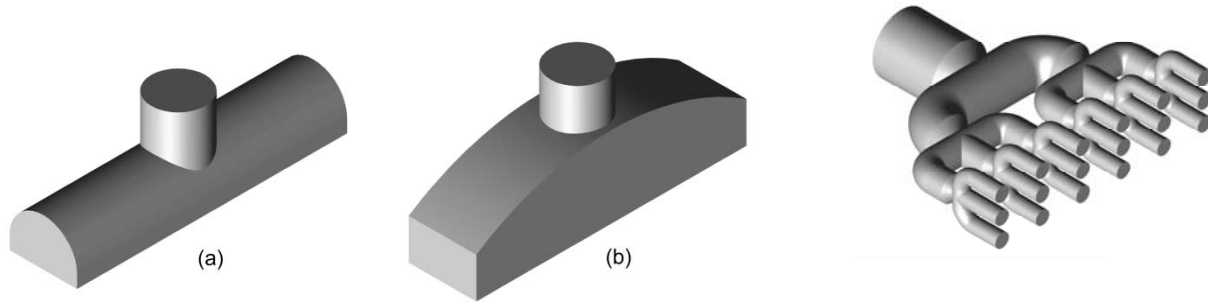
Problématique

Transférer l'énergie solaire concentré à de l'air sous pression en,

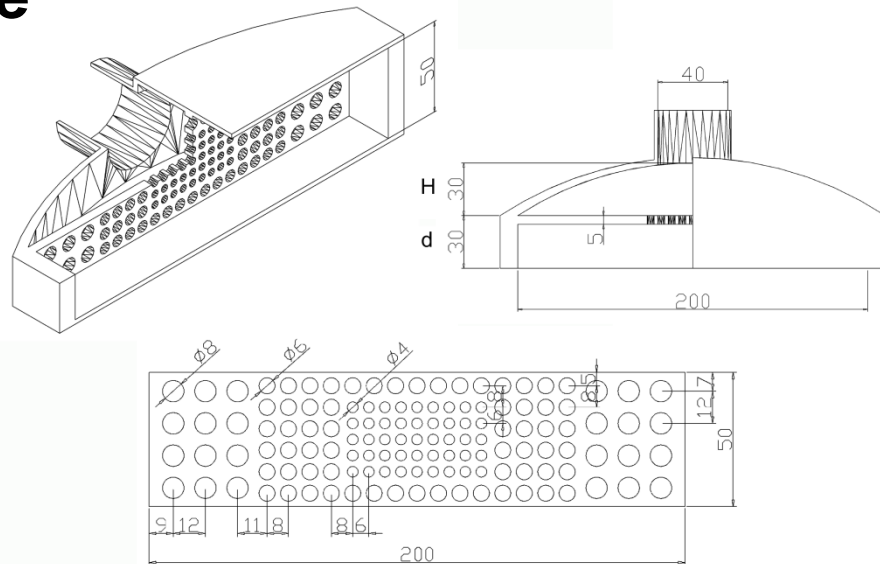
- Maintenant un écart de température fluide paroi aussi faible que possible;
- Limitant la perte de charge;
- Assurant une distribution homogène de l'air dans l'échangeur

I. Distribution de l'air

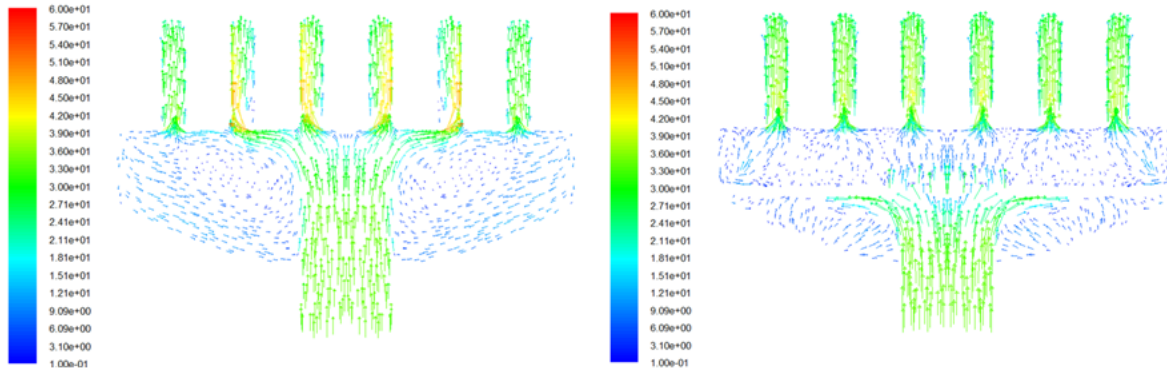
Cas d'un échangeur tubulaire, 3 distributeurs



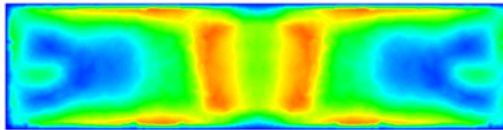
Et plaque perforée



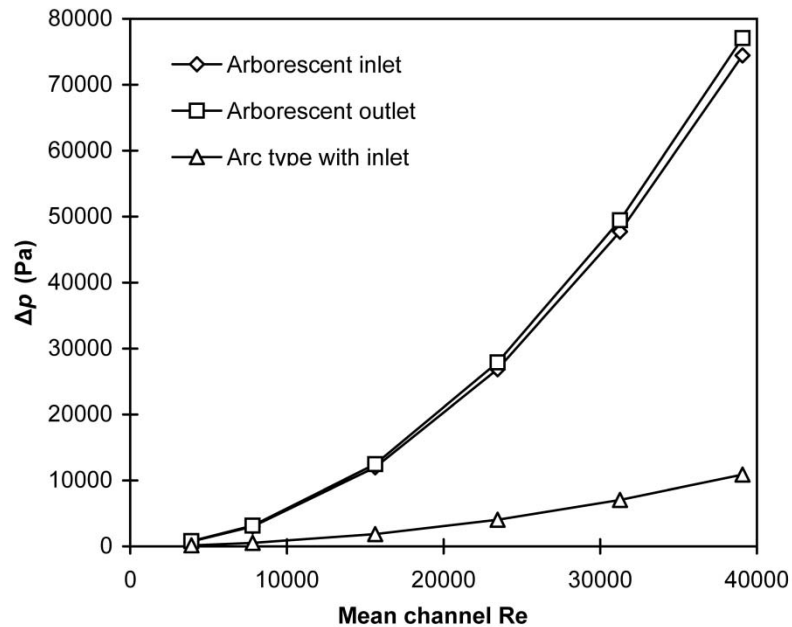
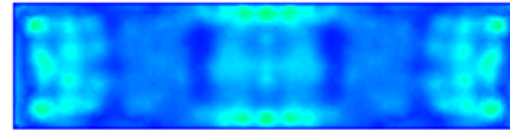
Distribution de l'air



Sans plaque



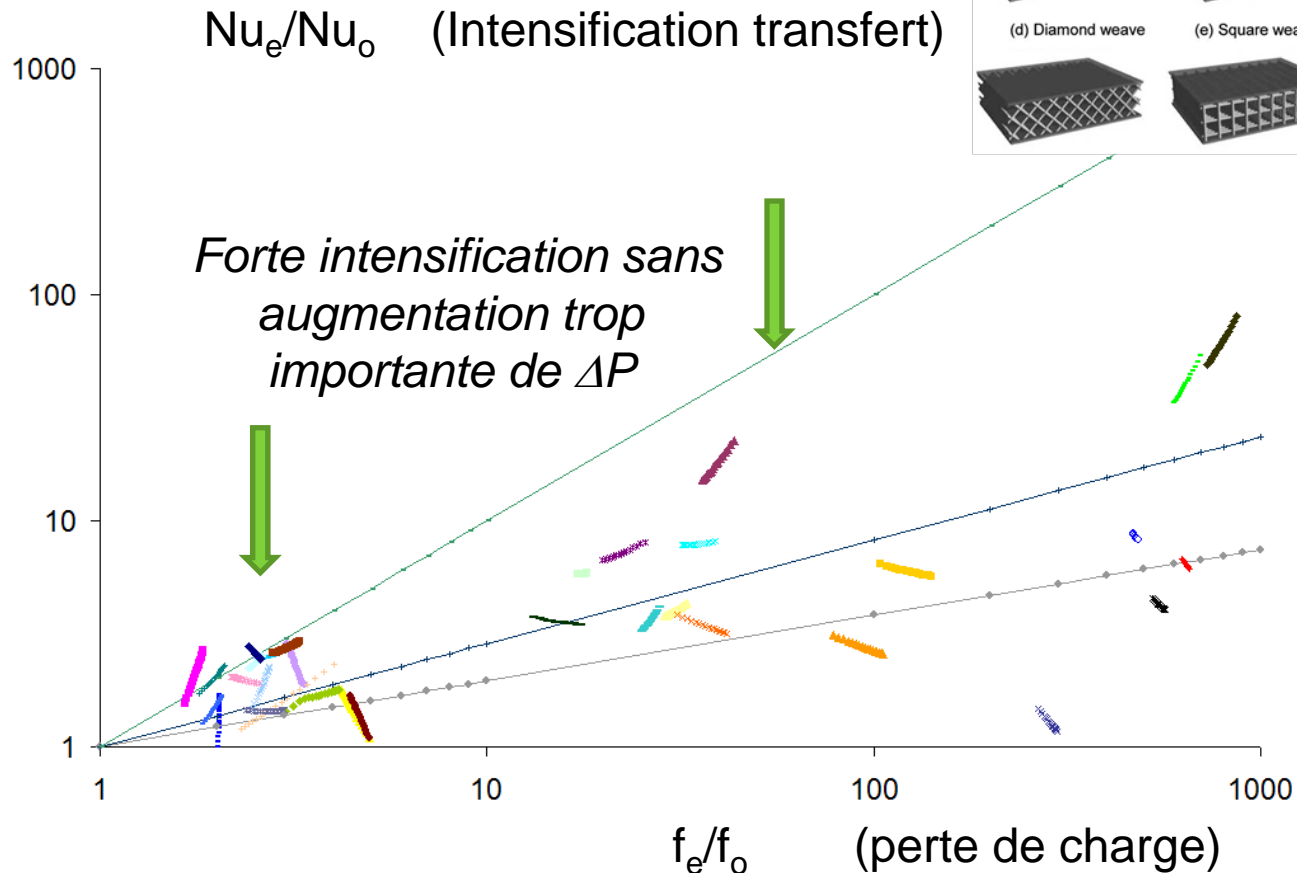
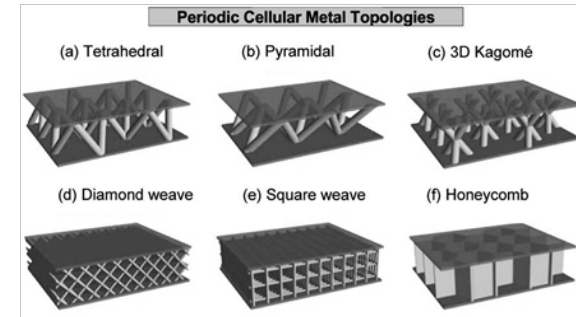
Avec plaque



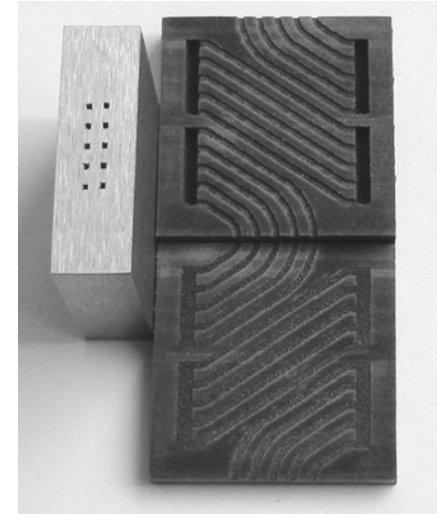
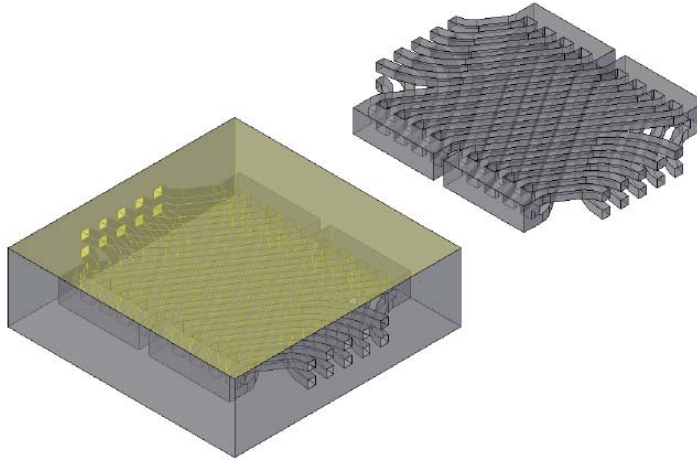
Perte de charge

II. Conception du récepteur

1- Bibliographie



2. Conception et réalisation du récepteur



P_{inlet}	P_i	P_o	P_{outlet}
1522590.5	1522462.5	1520150.6	1519875.0

$\Delta P_{inlet \rightarrow i}$	$\Delta P_{i \rightarrow o}$	$\Delta P_{o \rightarrow outlet}$	$\Delta P_{inlet \rightarrow outlet}$
128.0	2259.9	327.6	2715.5

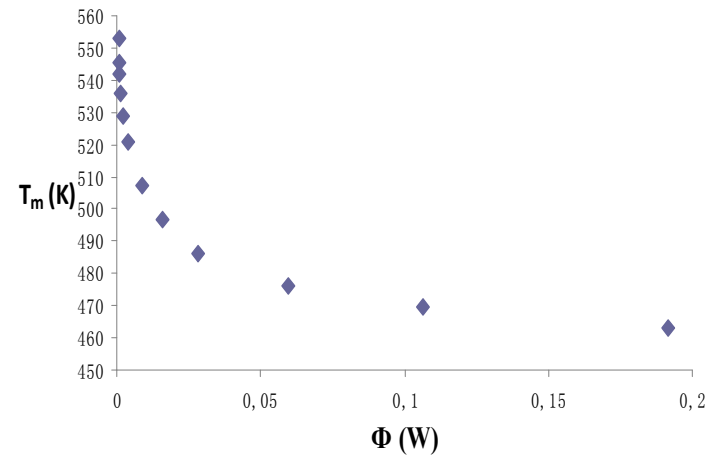
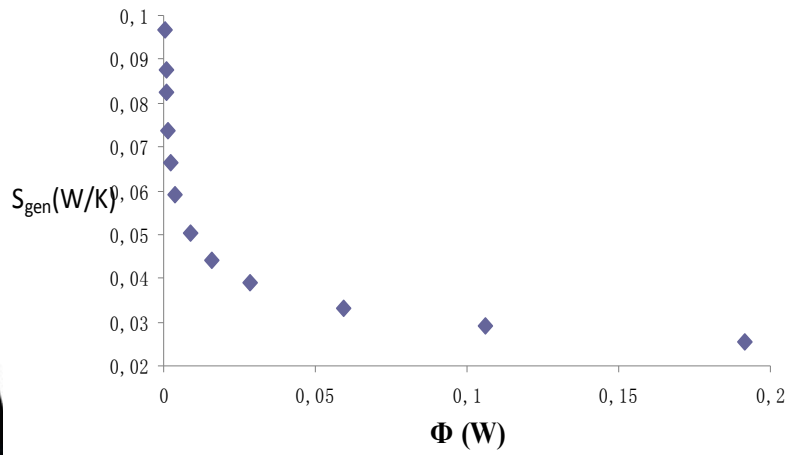
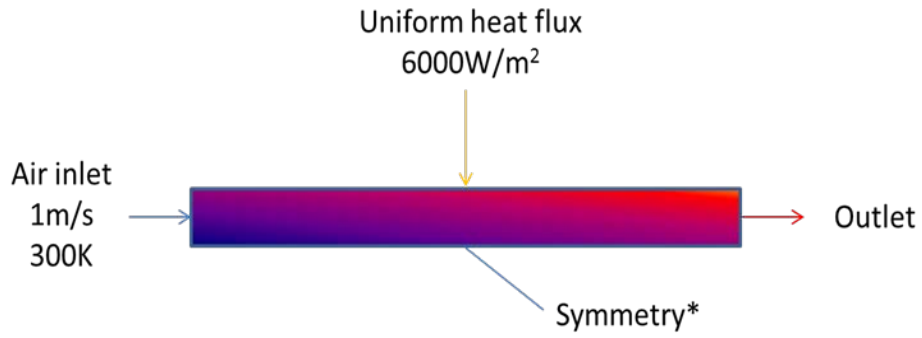
T_{inlet}	T_i	T_o	T_{outlet}	T_a	T_m
630.92	653.95	876.67	887.24	905.52	964.51

$\Delta T_{inlet \rightarrow i}$	$\Delta T_{i \rightarrow o}$	$\Delta T_{o \rightarrow outlet}$	$\Delta T_{inlet \rightarrow outlet}$	h
23.03	329.02	10.57	362.62	1881.02

Performances attendues

3. Optimisation, minimisation de la génération d'entropie

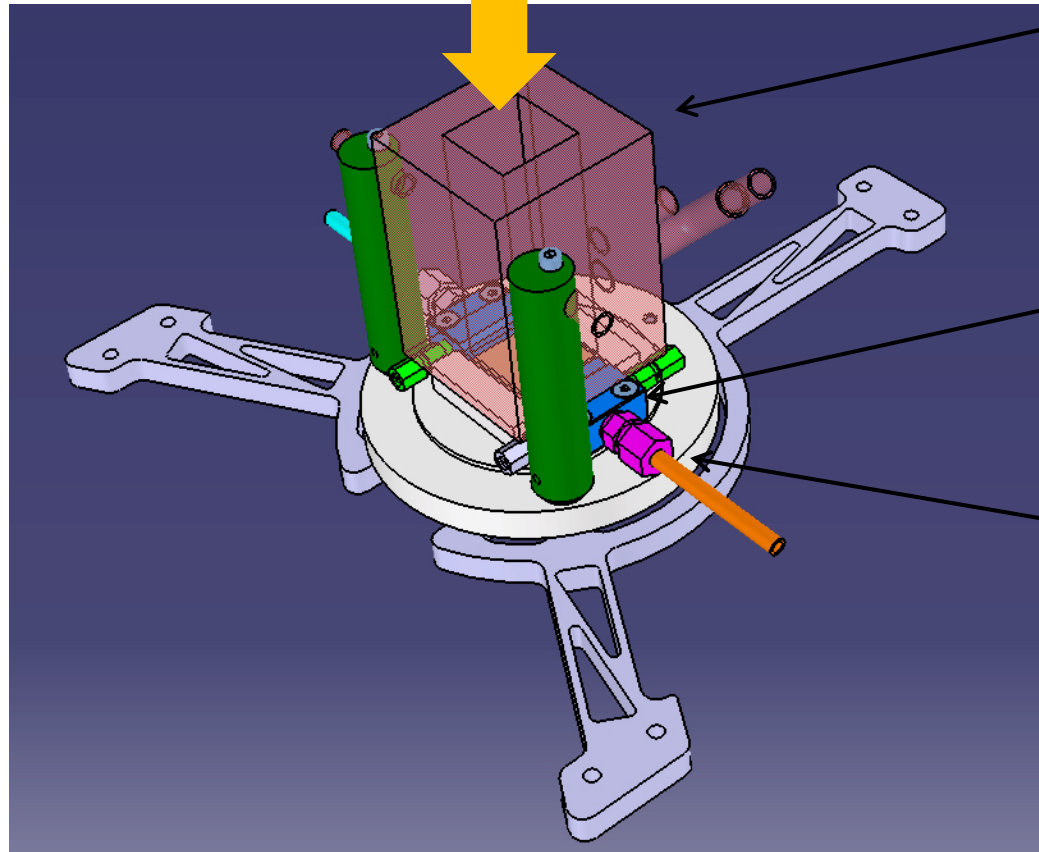
Principe: 2 processus irréversibles contribuent à la génération d'entropie, le transport de quantité de mouvement et le transfert de chaleur. En utilisant la méthode des multiplicateurs de Lagrange, le profil de vitesse du fluide est ajusté (grâce à une distribution de perte de charge fictive) pour minimiser l'entropie générée durant le transfert convectif.



III. Expérimentation

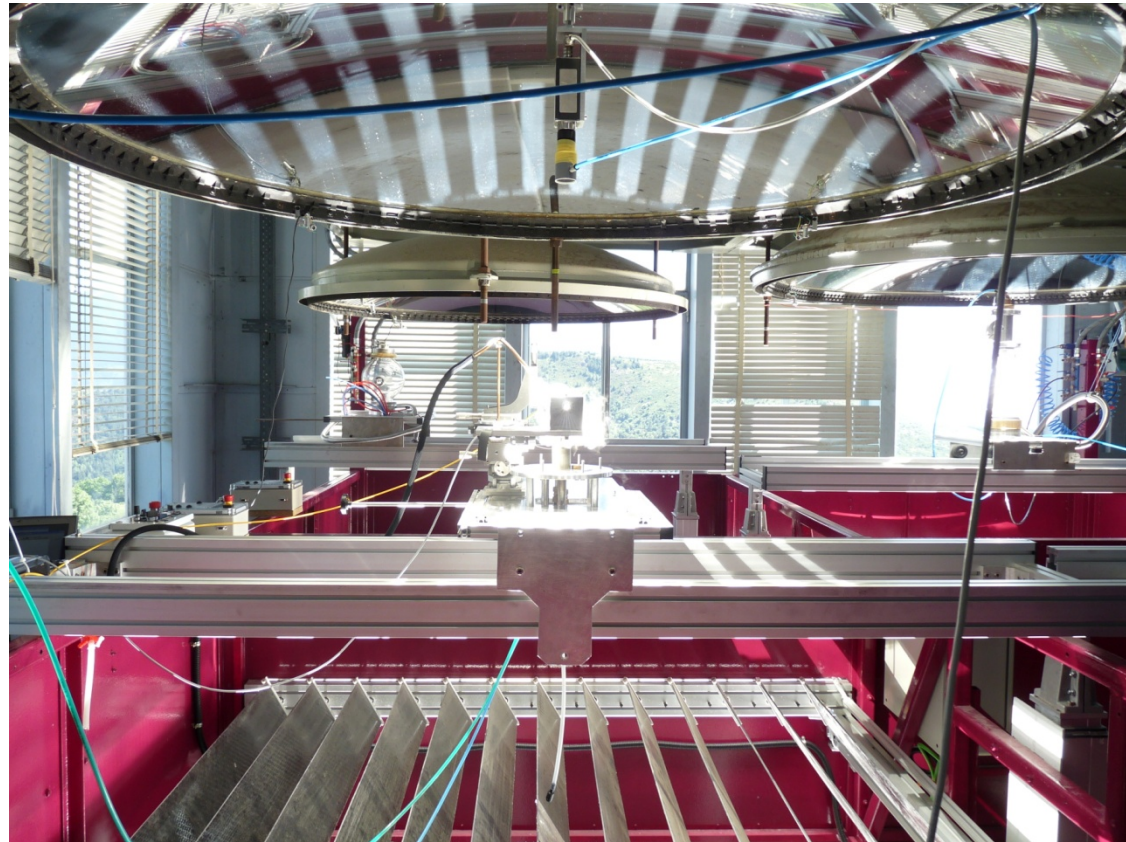
Rayonnement solaire

Homogénéiseur de flux



Récepteur solaire

Isolant



Conditions d'essai prévues: récepteurs en Inconel : 600°C-900°C, densités de flux solaire dans la gamme 500 kW/m² – 1MW/m²).

Conclusion

- Une synthèse bibliographique complète a permis de sélectionner des configurations d'échangeur et de distributeur permettant l'intensification des transferts avec un accroissement de la perte de charge acceptable et une distribution du fluide homogène.
- Un premier récepteur solaire (30mmx30mm) a été fabriqué par frittage laser et est prêt à être testé (coefficient d'échange attendu de $1900 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$).
- Une méthodologie d'optimisation basée sur la minimisation de la génération d'entropie est développée.
- Un banc d'essai solaire a été construit, les essais sont programmés au cours de l'été 2011.