



## Le récepteur d'une centrale solaire à tour

HAZMOUNE Messaoud  
Attaché de recherche  
Division Solaire Thermique et Géométrie - CDER  
E-mail: m.hazmoune@cder.dz

### Introduction

Les centrales solaires à tour sont constituées de nombreux miroirs concentrant les rayons solaires vers une chaudière située au sommet d'une tour. Les miroirs répartis sont appelés héliostats. Chaque héliostat est orientable et suit individuellement les rayons incidents du soleil et les réfléchit avec précision en direction du récepteur au sommet de la tour solaire. Le facteur de concentration peut dépasser 1000 ; ce qui permet d'atteindre des températures importantes allant de 600°C à 1000°C. L'énergie concentrée sur le récepteur est ensuite soit directement transférée au fluide thermodynamique (génération directe de vapeur entraînant une turbine ou chauffage d'air alimentant une turbine à gaz), soit utilisée pour chauffer un fluide caloporteur intermédiaire. Ce dernier est ensuite envoyé dans une chaudière et la vapeur générée actionne des turbines. Dans tous les cas, les turbines entraînent des alternateurs pour produire de l'électricité (1).

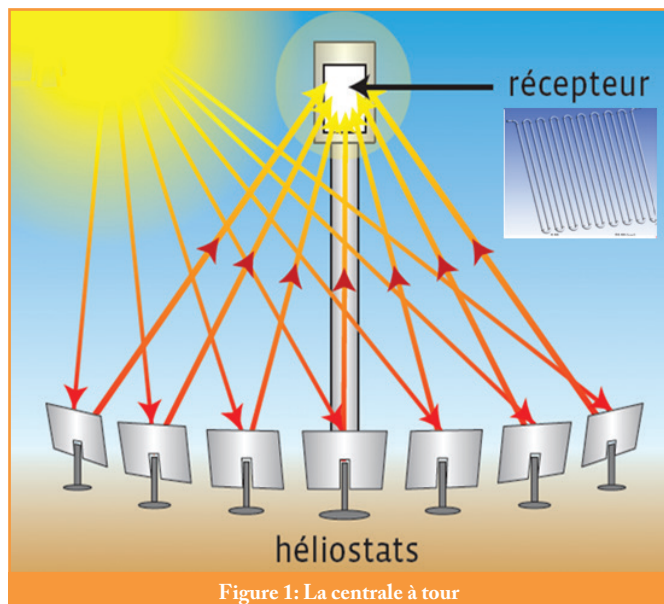


Figure 1: La centrale à tour

### La réception du rayonnement

Le processus consiste à concentrer sur une surface noire (ou dans un volume semi-transparent, noir dans son épaisseur) et à absorber le rayonnement du spectre visible (celui émanant du soleil étant énergétiquement très proche), et transférer la chaleur ainsi générée à un fluide caloporteur qui circule dans le récepteur. Au moins trois fluides caloporteurs sont susceptibles d'être utilisés: l'eau-vapeur, les sels fondus et l'air. Les récepteurs à utiliser sont différents pour chacun de ces trois cas.

### Le principe de fonctionnement du récepteur

Pour la production de l'électricité par énergie solaire, Les récepteurs jouent un rôle important dans la collecte du rayonnement solaire. Ils transforment ce dernier en chaleur qui est transmise à l'aide

d'un fluide caloporteur vers le système de stockage ou le bloc de puissance. Il y a les récepteurs où l'écoulement du caloporteur est perpendiculaire à la direction d'incidence du rayonnement solaire. Ce sont en général des récepteurs externes constitués de tubes en acier formant un cylindre ou des récepteurs à cavité avec des tubes en acier placés au fond d'une cavité. Dans ces cas-là, le gradient de température entre les parois des tubes et le fluide caloporteur est relativement important et les pertes thermiques importantes. La configuration de la cavité permet de réduire les pertes thermiques.

Il y a aussi les récepteurs volumétriques où l'écoulement du fluide caloporteur est parallèle à la direction d'incidence du rayonnement solaire. Ce sont des récepteurs volumétriques constitués de structures poreuses en céramique. Utilisés avec l'air comme caloporteur, ces récepteurs permettent d'atteindre de très hautes températures (2).

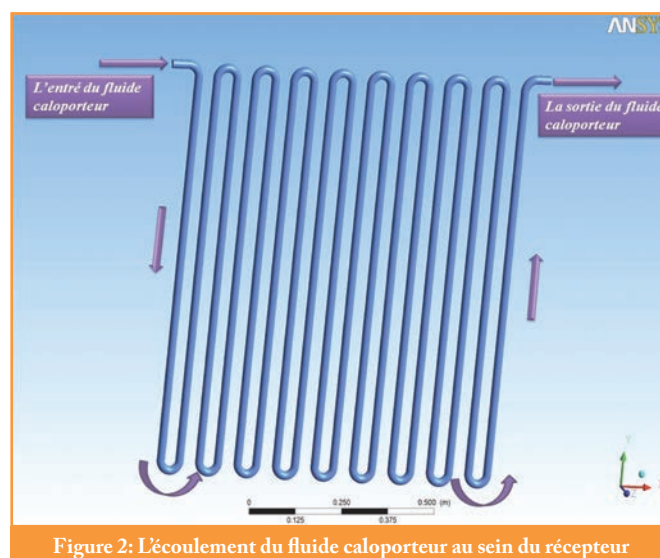


Figure 2: L'écoulement du fluide caloporteur au sein du récepteur

### Les différents types de récepteur

Les récepteurs utilisés pour le transfert thermique dépendent de la nature du fluide caloporteur ; ce qui nous permet de distinguer trois technologies différentes:

- Le récepteur à eau-vapeur: Dans ce cas, on utilise un récepteur à tubes alimenté en eau sous haute pression.
- Le récepteur à sel fondu: Le récepteur à sel fondu est un appareil robuste. Il est parcouru sur toute la longueur de sa paroi par un liquide à grande vitesse, il est assez tolérant aux variations naturelles du profil thermique des flux. Cela confère à la technologie l'avantage d'être également un bon moyen de stockage de l'énergie calorifique.
- Le récepteur à air: Aucune centrale à tour n'a été construite autour de ce choix. Cependant, de nombreuses propositions de chaudière à air haute température ont été faites dans la perspective de rendre



possible la mise en œuvre d'un cycle combiné et de pouvoir profiter de ses hauts rendements.

Le tableau suivant récapitule les propriétés thermodynamiques des fluides utilisés dans les différentes technologies décrites plus haut (3):

**Propriétés thermodynamiques des fluides caloporteurs**

	$\lambda$ (W/m.K)	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Cp (kJ/kg.K)	$\mu$ (kg/m.s)	Pr	h (W/ m <sup>2</sup> .K)
<b>Sels fondus</b>	0.3	1750	1.6	1.5.10 <sup>-3</sup>	7.3	5000-8000
<b>Eau vapeur</b>	0.018	55	1.8	2.10 <sup>-5</sup>	0.86	2300-2900
<b>Air atm</b>	0.05	1	1.1	2.10 <sup>-5</sup> 5.10 <sup>-5</sup>	0.72	10-500

**Techniques de stockage de l'énergie solaire dans une centrale à tour**

Le stockage de la chaleur a fait ses preuves depuis quelques années. Dans le cas d'une centrale thermodynamique, il s'agit de stocker la chaleur réceptionnée au cours de la période d'ensoleillement.

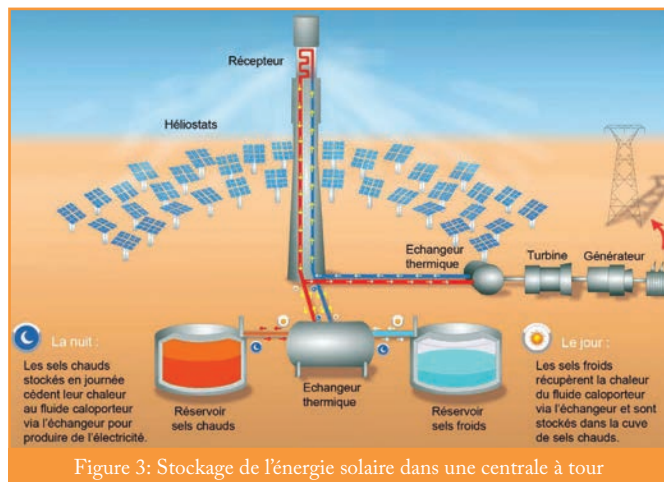


Figure 3: Stockage de l'énergie solaire dans une centrale à tour

Le fluide caloporteur qui transporte la chaleur circule jusqu'à un échangeur thermique relié à deux réservoirs de fluides, l'un froid et l'autre chaud. C'est à ce dernier niveau que l'échange thermique a lieu pour transférer la chaleur du fluide caloporteur au fluide froid pour ensuite la stocker dans un réservoir de fluides chauds. Au coucher du soleil, le circuit s'inverse et le fluide chaud circule à travers l'échangeur, vers le réservoir à fluide froid. La chaleur est ainsi cédée au fluide caloporteur (autour de 500°C) et permet d'alimenter une turbine pour produire de l'électricité. (4)

**Conclusion**

Les études réalisées jusqu'à présent sur les centrales à tour ont montré une certaine maturité économique. Plusieurs types d'installations ont déjà été testés et analysés avec succès. Une expérience significative a été cumulée pour supporter sur le terrain différentes applications dans les futures installations.

Les prochaines décennies verront sans aucun doute un développement et un déploiement importants de concentrateurs paraboliques, cylindro-paraboliques et de tours solaires.

**Références**

1. Quoilin Sylvain, 2007, Les Centrales Solaires à Concentration, [www.sft.asso.fr/Local/sft/dir/user-3775/documents/actes/journeesft/JSFT-13-6-12/4.pdf](http://www.sft.asso.fr/Local/sft/dir/user-3775/documents/actes/journeesft/JSFT-13-6-12/4.pdf), 16/06/2015
2. khellaf Abdellah, Ph.D, 2011, Les centrales solaires à tour: perspectives en Algérie, bulletin du CDER Centre de Développement des Energies Renouvelables, N0 20 2011, p 23
3. Alain Ferriere, Les récepteurs solaires surfaciques: état de l'art et applications, [www.sft.asso.fr/Local/sft/dir/user-3775/documents/actes/journeesft/JSFT-13-6-12/4.pdf](http://www.sft.asso.fr/Local/sft/dir/user-3775/documents/actes/journeesft/JSFT-13-6-12/4.pdf), 16/06/2015
4. Tuline Laeser, 2012, Le stockage stationnaire de l'énergie, Technologies disponibles et recherches du CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives), p 1-41.

Centrale Solaire à tour d'Ivanpah (Californie)

