

Électricité solaire thermodynamique

Cédric Philibert¹.

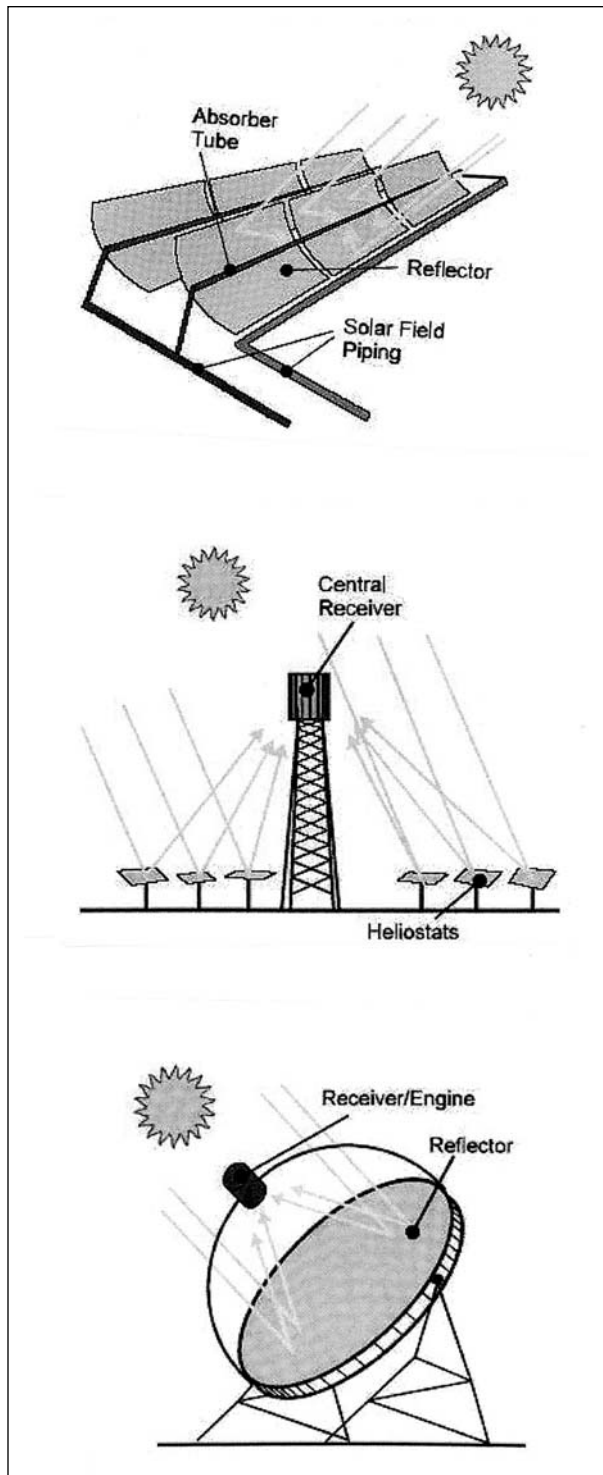


Figure 1. Schéma des différents types de récepteurs : gouttière et disque paraboliques, tour (source www.solarpaces.org).

Généralités et historique

La technologie de production d'électricité solaire thermodynamique (ou « solaire à concentration ») s'appuie sur l'utilisation de divers types de récepteurs (paraboles, capteurs cylindro-paraboliques, tours) pour concentrer l'énergie lumineuse du soleil et la transformer en chaleur, puis en électricité (Fig. 1). Dans les zones de fort ensoleillement direct, cette technique permet de produire une électricité nettement moins coûteuse que le photovoltaïque et de plus forte valeur pour les compagnies électriques, car l'usage d'une phase thermique permet de garantir la production électrique, soit par appoint fossile soit par stockage de chaleur.

Entre 1984 et 1990, Luz International Ltd a construit neuf installations solaires (SEGS pour « *solar electric generating systems* ») à récepteurs cylindro-paraboliques dans le désert Mojave en Californie, avec des puissances variant de 14 à 80 MWe pour un total de 354 MWe. L'investissement de 1,2 milliard de dollars a été couvert par du capital privé, tout en bénéficiant de dégrèvements d'impôts et de contrats d'achat d'électricité à long terme à prix garantis.

Après la faillite de Luz en 1991, les neuf SEGS ont été reprises par les sociétés indiquées ci-dessous et continuent à produire de l'électricité avec profit :

- SEGS I (14 MWE) et II (30 Mwe) : Dagget Leasing Corporation ;
- SEGS III à VII (30 MWE chacune) : Kramer Junction Company ;
- SEGS VIII et IX (80 MWE chacune) : Harper Lake Company.

Entre SEGS I et SEGS VIII et IX, le coût au kWh produit a baissé de moitié, passant de 24 à 12 US cents. Par ailleurs, dans les années 80, une douzaine de tours solaires, à finalité de recherche et de démonstration, ont été construites dans divers pays, avec des puissances de 0,5 à 10 MW, comme l'indique le tableau ci-dessous. Aucune de ces installations n'est encore en activité. La plus récente, Solar Two, a démontré avec succès l'intérêt de la technologie utilisant les sels dissous, à la fois comme caloporteur et stockage.

On notera ici, que la technologie des fours solaires, type Mont-Louis (Pyénées), n'a pas de finalité énergétique mais permet de soutenir des recherches dans d'autres domaines, notamment celui des matériaux.

¹. Agence internationale de l'énergie. Courriel : cedric.philibert@iea.org

Nom	Localisation	Puissance (MWe)	Surface des collecteurs (m ²)	Fluide de transfert	Date
Eurelios	Adrano (Sicile)	1	6 200	Vapeur d'eau	1981
SSPS/CRS	Almería (Espagne)	0,5	3 700	Sodium	1981
Sunshine	Nio (Japon)	1	12 900	Vapeur d'eau	1981
Solar One	Barstow (États-Unis)	10	71 500	Vapeur d'eau	1982
Themis	Targassonne (France)	2,5	11 800	Sels dissous	1983
CESA	Almería (Espagne)	1,2	11 900	Vapeur d'eau	1983
SPP5	Shchelkino (Ukraine)	5	40 000	Vapeur d'eau	1985
Solar Two	Barstow (États-Unis)	10	71 500	Sels dissous	1996

Source : Philibert C., 2004 : *International technology collaboration and climate change mitigation. Case study 1 : concentrating solar power technologies. COM/ENV/EPOC/IEA/SLT, p. 10.*

Au fil des années, la technologie solaire thermodynamique a progressé. Ainsi, les nouveaux collecteurs cylindro-paraboliques sont plus efficaces de 20% par rapport à ceux qui équipent les installations SEGS les plus récentes. De même, diverses options ont été développées concernant la technologie des récepteurs cylindro-paraboliques :

- systèmes intégrant réflecteurs cylindro-paraboliques, turbine à vapeur et turbine à gaz ;
- génération directe de vapeur d'eau dans le champ des capteurs à partir de l'énergie solaire ;
- réflecteurs linéaires de Fresnel : réflecteurs quasi-paraboliques avec miroirs fragmentés (moins coûteux) ;
- technologie des sels dissous ; en cours de test depuis 2003 par ENEA.

Le potentiel actuel d'amélioration de la technologie des paraboles et des tours est peut-être plus important que celui des réflecteurs cylindro-paraboliques, et cela avec une certaine répartition des utilisations, les réflecteurs paraboliques et les tours étant plutôt utilisés pour l'alimentation d'un réseau, tandis que les réflecteurs cylindro-paraboliques sont plus susceptibles d'être utilisés dans les régions isolées, où ils seraient alors en compétition avec le photovoltaïque sensiblement plus coûteux.

Toutefois, le développement de ces technologies solaires implique un ensoleillement direct minimum de 2 000 à 2500 kWh/m², ce qui limite les régions potentielles au sud des États-Unis, au Mexique, à certaines régions d'Afrique du Sud, à une vaste bande allant de la Méditerranée à la Birmanie et limitée à la limite sud du Sahara, et à une très large partie de l'Australie ; 70 à 80 villes de un à plusieurs millions d'habitants seraient néanmoins concernées. ENEA et les autorités algériennes ont également en projet de construire des installations solaires en Afrique du Nord et d'importer en Europe l'électricité produite. Un scénario élaboré par ESTIA (*European Solar Thermal Power Industry Association*) et *Greenpeace* envisage une capacité de production mondiale de 21 450 MWe, produisant 54,6 TWh en 2020.

Projets actuels

Plusieurs pays ont des projets en cours, parmi lesquels l'Espagne et le Nevada qui proposent les meilleures infrastructures réglementaires et tarifaires.

En Espagne, un décret royal de mars 2004 a mis en place une subvention de 0,18 euros/kWh pour le photovoltaïque et l'énergie solaire jusqu'à une capacité de 50 MWe, cela pour les 200 premiers MWe à installer. Ainsi, le groupe Abengoa envisage de construire une tour de 10 MWe ("Solar Tres"), tandis que le groupe Solar Millennium, en partenariat avec le groupe Cobra, a mis en chantier deux installations de 50 MWe chacune en Andalousie. La première devrait être opérationnelle courant 2006.

Au Nevada, le premier accord à long terme d'achat d'électricité a été signé entre Nevada Power, Sierra Pacific et la société Solargenix. Une installation à récepteurs paraboliques de 50 MWe sera ainsi construite à partir de l'été 2005. Par ailleurs, en juin 2004, les gouverneurs de sept États du sud-ouest des États-Unis ont voté une résolution portant sur la mise en place de 30 GW d'énergie propre d'ici à 2015, dont 1 GW pourrait être de technologie solaire. En novembre 2004, le *Department of Energy* (DoE) a décidé de soutenir cette initiative et de contribuer à son financement.

D'autres développements sont envisagés dans une diversité de pays :

- Egypte, Inde, Mexique, Maroc : projets énergétiques dans la zone 35 MWe solaires, en appoint à des centrales à cycles combinés de 100 à 300 MWe;
- Algérie : projet de 160 MWe soutenue par NEAL (Nouvelle Énergie Algérie) ;
- Israël : projets totalisant une puissance de 100 MWe à l'horizon 2005 ;
- Italie : projets en Afrique du Nord, basés sur la technologie des sels dissous, avec vente de l'électricité produite en Europe ;
- Australie : projet de 4 MWe ajouté à une centrale

à charbon existante (1440 MWe) ;

- Afrique du Sud : projet d'Escom de construire une tour de 100 MWe de capacité dans le nord de la province du Cap.
- Brésil, Grèce, Iran, Jordanie : projets divers proposés et qui pourraient être relancés.

Conclusion

Bien que les capacités actuelles en électricité solaire thermique restent très modestes, des développements sont programmés ou envisagés dans de nombreux pays et divers scénarios montrent que ce type d'électricité pourrait prendre sa place dans le bouquet énergétique à l'horizon 2020-2030. Cela, bien entendu, à condition que les soutiens financiers suivent, tant au niveau des investissements que des conditions d'achat de l'électricité produite. D'ores et déjà, on voit que certains pays soutiennent des projets domestiques avec l'aide de structures inter-

nationales : *IEA Solar Power and Chemical Energy Systems (SolarPACES)* ou *Global Environment facility (UN)*.

Pour en savoir plus

- Aringhoff et al., 2003: Solar thermal power 2020. Greenpeace International/European Solar thermal Power Industry Association, NL.
- Octobre J., Garrigues B., 2004 : La renaissance du solaire thermodynamique. *Systèmes solaires*, 161, 28-45.
- Philibert C., 2004 : International technology collaboration and climate change mitigation. Case study 1: concentrating solar power technologies. COM/ENV/EPOC/IEA/SLT, 24 p.
- Sites internet :
www.solarpaces.org ;
www.enea.it ;
www.eere.energy.gov ;
www.iea.org