

SELS FONDUS

SELS FONDUS

C'est quoi ?

Comment stocker l'électricité générée par une centrale solaire thermodynamique? C'est l'un des plus gros défis à relever dans le secteur de l'énergie solaire afin que ce moyen de production d'énergie puisse fonctionner en continu.



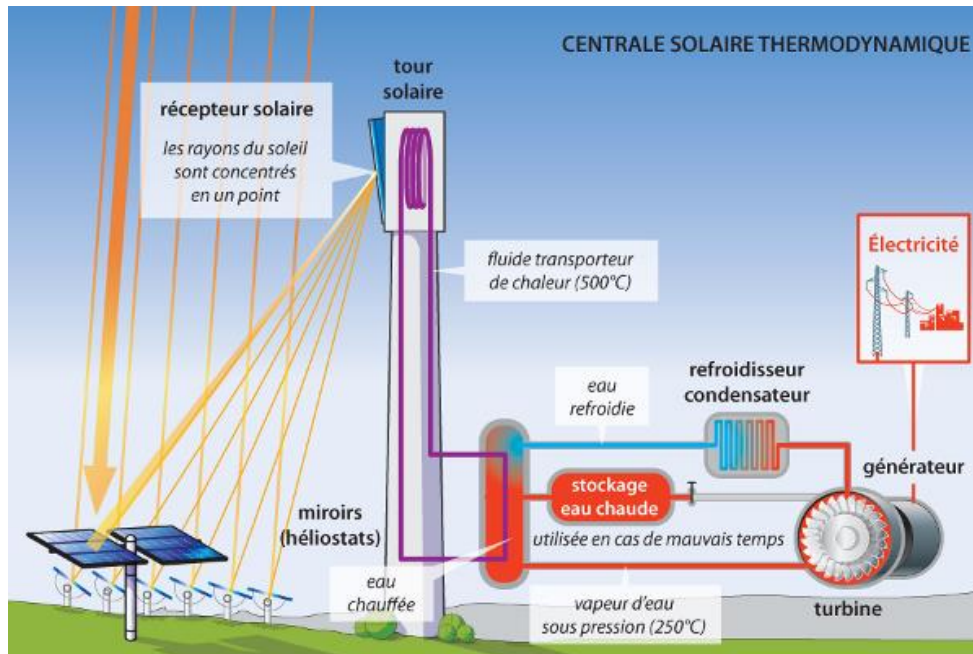
Centrale solaire à sels fondus Crescent Dunes Etats-Unis ©Crédit Solar Reserve



Centrale solaire thermique à sels fondus à tour de 100MW à Dunhuang Chine

Comment ça fonctionne ?

Le solaire thermodynamique ou CSP (Concentrated Solar Power) est un terme regroupant toutes les techniques de transformation des rayons du soleil en chaleur. Grâce à un dispositif optique de concentration du rayonnement solaire, il est possible de chauffer des fluides à très hautes températures. Une fois produite, cette chaleur peut être utilisée pour générer de l'hydrogène et produire de l'électricité.

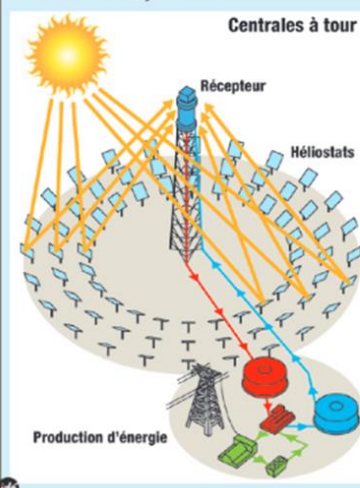


Une centrale solaire thermodynamique permet en effet de transformer les rayons du soleil en électricité. Schématiquement, elle capte le flux solaire qu'un système transforme en chaleur : la chaleur est ensuite convertie en électricité. Il est possible de stocker la chaleur produite grâce à un espace de stockage thermique. Ainsi, la production d'électricité n'est pas interrompue en cas de mauvais temps.

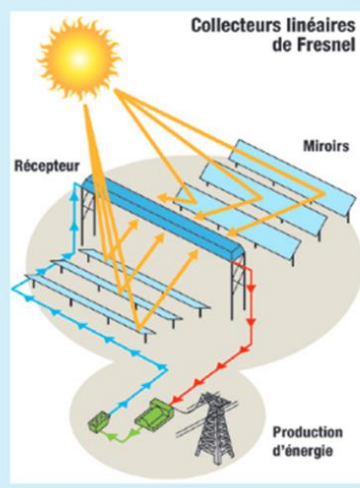
LES TROIS PRINCIPAUX SYSTÈMES THERMODYNAMIQUES À CONCENTRATION

Système fixe

Concentration ponctuelle

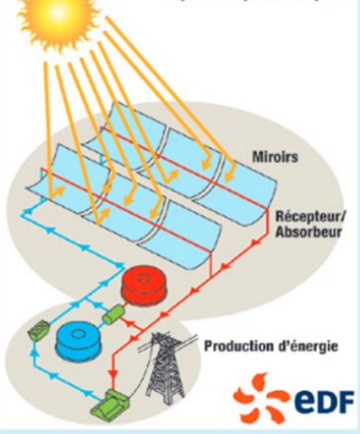


Concentration linéaire



Système mobile

Collecteurs cylindro-paraboliques



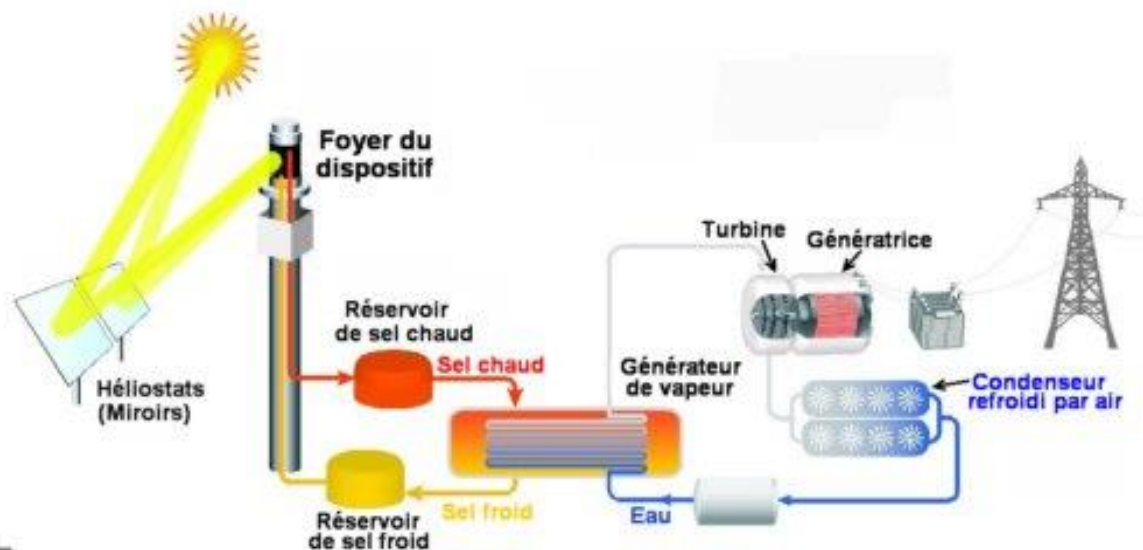
Stockage sels fondus

La centrale solaire thermique de Crescent Dunes

Les rayons du soleil sont focalisés par plus de 10 000 miroirs (héliostats) sur le récepteur de chaleur situé en haut de la tour.



Un mélange de nitrates de sodium et de potassium fondus circulant à travers celui-ci est chauffé par le rayonnement solaire. La température des sels passe alors de 288°C [sels froids] à plus de 566°C [sels chauds]. Les sels chauds sont envoyés au bas de la tour et passent dans un échangeur de chaleur où circule de l'eau qui est transformée en vapeur. Celle-ci actionne une turbine qui entraîne une génératrice qui produit le courant électrique.



Stockage sels fondus

La centrale solaire thermique de Crescent Dunes

La particularité de la centrale solaire de Crescent Dunes est de pouvoir stocker l'énergie. Pour cela, on utilise un réservoir calorifugé capable de contenir une grande quantité de sels fondus chauds. Celle-ci correspond à une production d'électricité de 10h du régime de pointe de la centrale. La centrale produit de l'électricité donc la nuit où la demande est, en moyenne plus faible que le jour. En outre, le stockage de l'énergie permet d'ajuster la production non seulement aux conditions d'ensoleillement mais encore à la demande d'électricité à tout moment. La température élevée des « sels froids » [288°C] est nécessaire pour qu'ils restent fondus et fluides.

Les nitrates de sodium et de potassium [sels] utilisés ne sont autres que les engrais artificiels utilisés dans l'agriculture.



Cœur de l'installation de Crescent Dunes Etats-Unis ©Crédit Solar Reserve

TEGS-MPV [développé par MIT]

[Thermal Energy Grid Storage Using Multijunction Photovoltaics]

⇒ Stockage par énergie thermique utilisant des cellules photovoltaïques à jonctions multiples.

Le principe : transformer l'électricité renouvelable en chaleur, pour chauffer à blanc du silicium et se servir, plus tard, de la lumière émise par ce métal pour produire de l'électricité.

Le **TEGS-MPV** consiste en deux grands réservoirs de 10m de large. Le silicium liquide peut basculer de l'un à l'autre ; le premier est le réservoir « froid », où le métal fondu est conservé à une température de 1930°C, le second est le réservoir « chaud », à 2370°C. Le tuyau reliant les deux réservoirs est équipé de tubes qui peuvent être exposés à de fortes chaleurs.

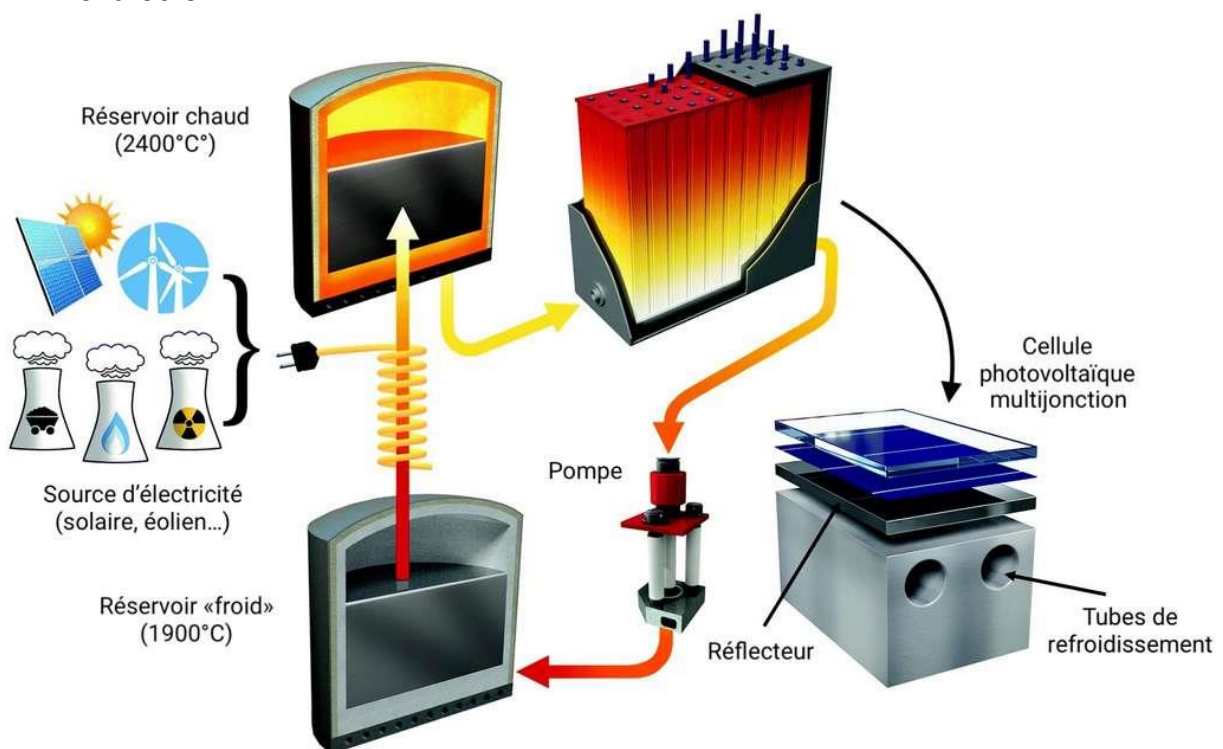


Schéma de fonctionnement du système : le silicium fondu du réservoir «froid» est chauffé par une résistance pour se reverser dans le réservoir chaud. Par luminosité, il produit de l'électricité en passant à travers des cellules photovoltaïques avant d'être réinjecté vers le réservoir froid.

©Céline Deluzarche, d'après Caleb Amy et al, Energy and Environmental Science, 2018

TEGS-MPV [développé par MIT]

[Thermal Energy Grid Storage Using Multijunction Photovoltaics]

Au début d'un cycle de stockage, le silicium est dans le réservoir «froid». Si de l'électricité est produite en surplus, elle est convertie en énergie thermique, qui chauffe les tubes. Le silicium traverse alors cette rangée de tubes et il monte fortement en température, jusqu'à $2\ 370^{\circ}\text{C}$ – devenant blanc.

L'isolation des réservoirs permet de conserver cette chaleur pendant de très longues durées, quasiment sans déperdition. Si le réseau électrique a besoin d'électricité, le silicium liquide chauffé à blanc passe du réservoir «chaud» vers une nouvelle rangée de tubes transparents.

Le métal émet une lumière extrêmement forte. Ce rayonnement lumineux est alors capté par des cellules photovoltaïques, qui le transforment en électricité.



En fonction des besoins, le silicium fondu passe du réservoir « froid » vers le réservoir « chaud » ou vice-versa. On peut se rendre compte de l'échelle grâce à la voiture en bas de l'image. © Duncan MacGruer



AVANTAGES

- Énergie produite en continu.
- Réduit les pertes d'énergie.
- Offre d'électricité en fonction de la demande.
- Énergie renouvelable non émettrice de gaz à effet de serre.
- Permet au solaire d'être plus compétitif.

INCONVENIENTS

- Système de stockage utilisé seulement par quelques centrales solaires dans le monde.
- La technologie TEGS-MPV n'est pas encore au stade de l'industrialisation.

Pour en savoir plus :

<https://www.revolution-energetique.com/un-soleil-en-boite-pour-stocker-lelectricite/>

<https://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/energie-stockage-energie-soleil-boite-stocker-electricite-58708/>

<https://share.america.gov/fr/le-sel-un-moyen-de-stocker-les-energies-renouvelables/>

<https://www.arte.tv/fr/videos/075226-005-A/dezoom-produire-de-l-energie-solaire-jour-et-nuit/>

