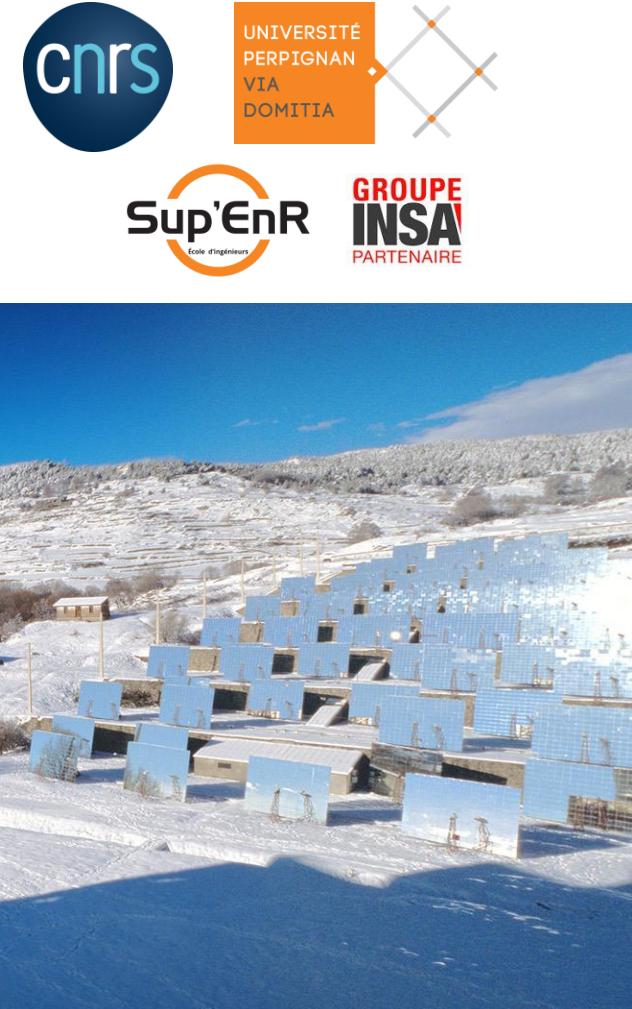




Centrales solaires et stockage de chaleur



Introduction

Stockage d'énergie

Centrales solaires et stockage thermique

Conclusion



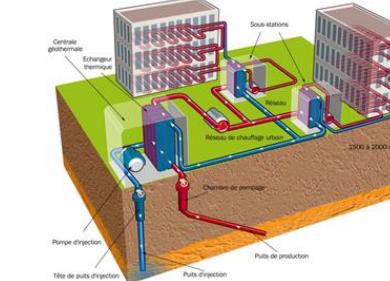
Introduction :

Gestion de l'énergie

Énergie de stock/énergie de flux

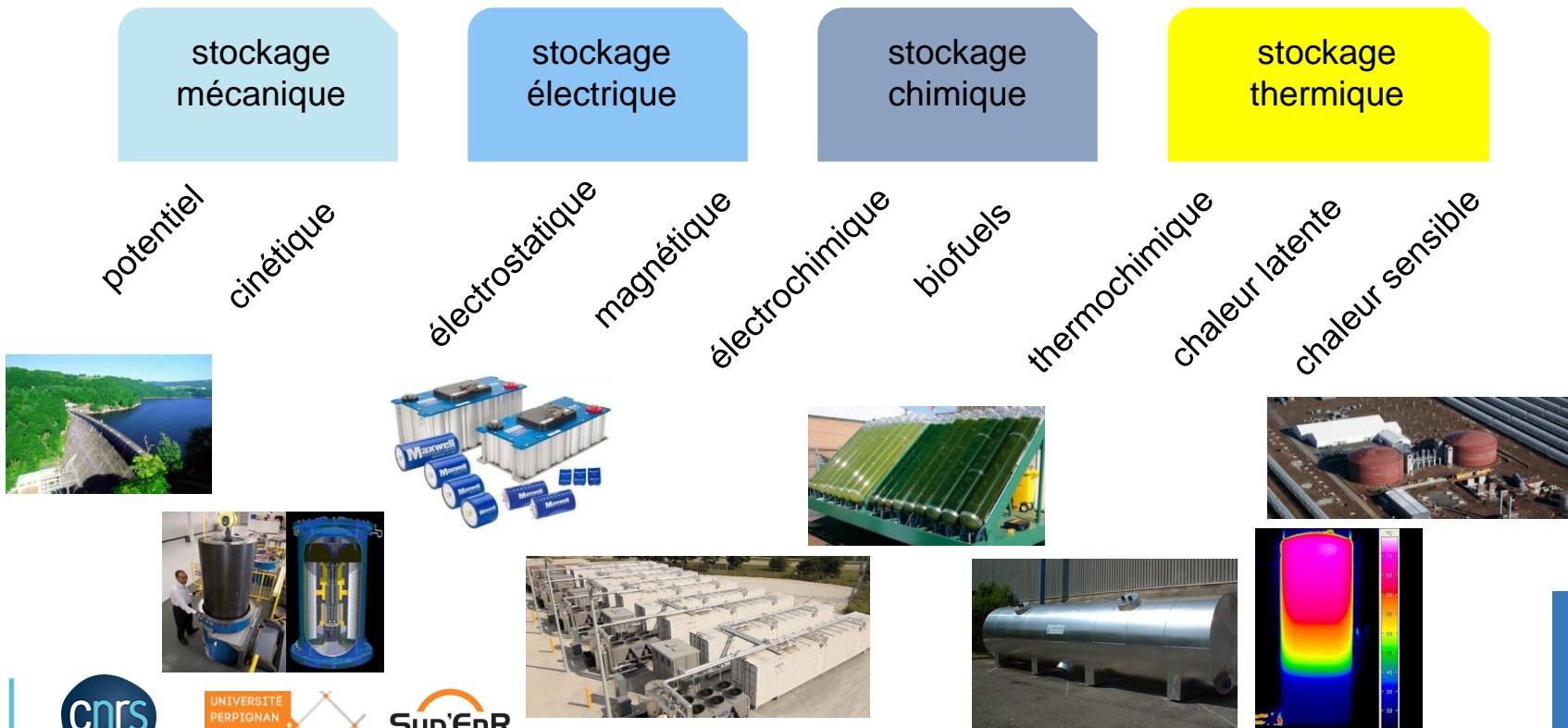
Vecteur énergétique :

- Production centralisée/décentralisée
- Stockage
- Transport : réseau et infrastructure



Stockage d'énergie :

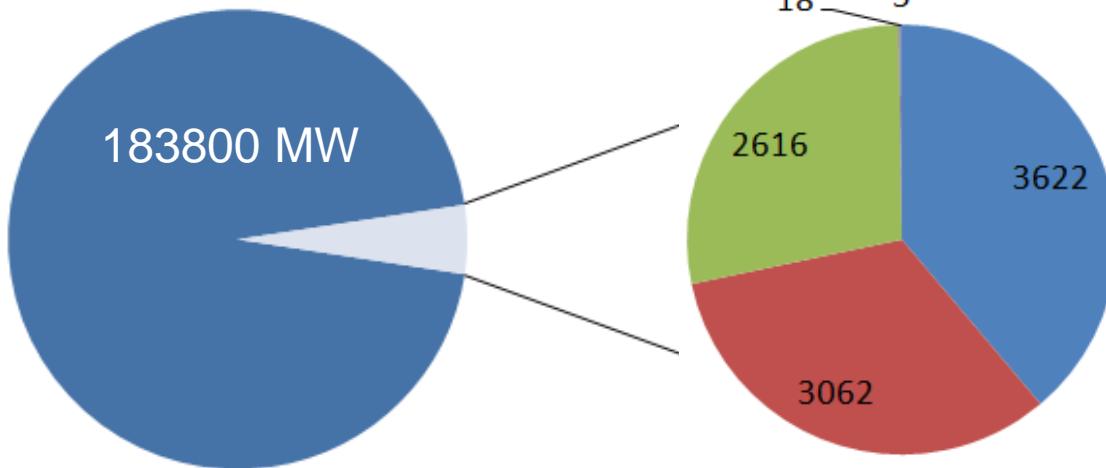
Les différents modes de stockage



Stockage massif de l'énergie électrique :

Capacité installée dans le monde (MW)

■ pumped hydro storage



- thermal storage
- electro-chemical
- electro-mechanical
- hydrogen storage
- liquid air energy storage

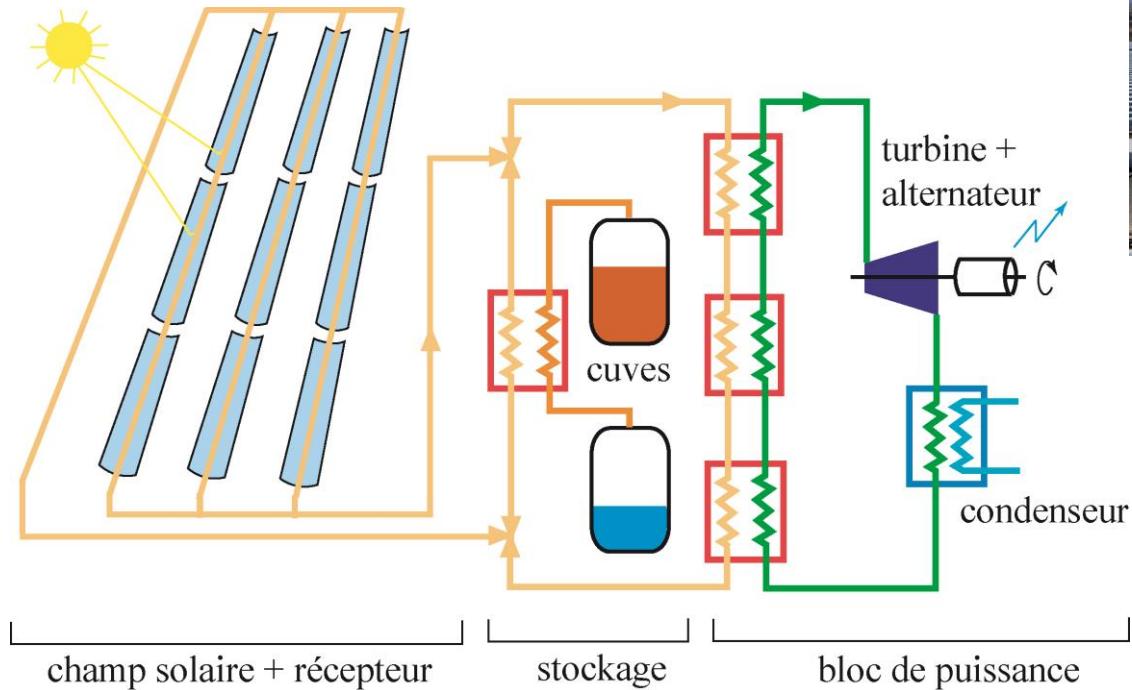


Centrales solaires à concentration



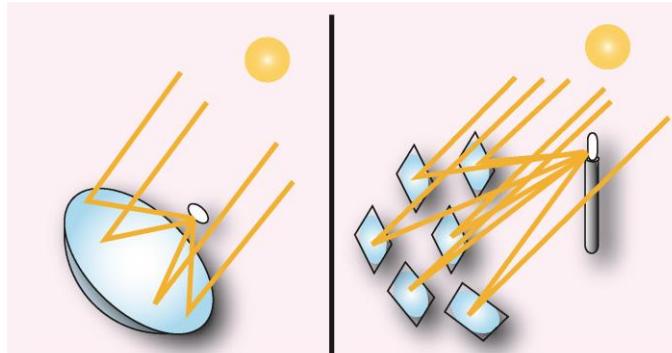
Centrale solaire à concentrateurs cylindro-paraboliques d'Andasol 1,2 et 3 (Espagne)
150 MW, 180 GWh

Centrales solaires à concentration d'Andasol

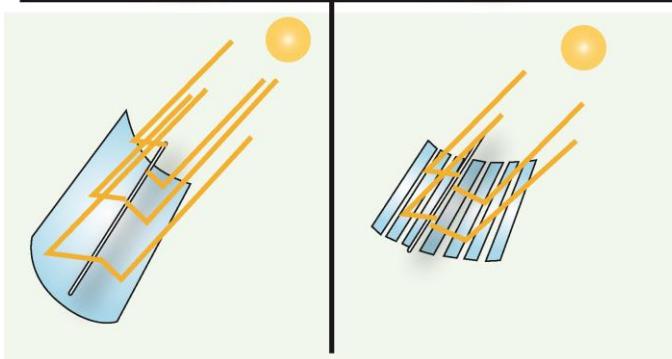


Centrales solaires à concentration

Parabole Stirling



Centrale à tour

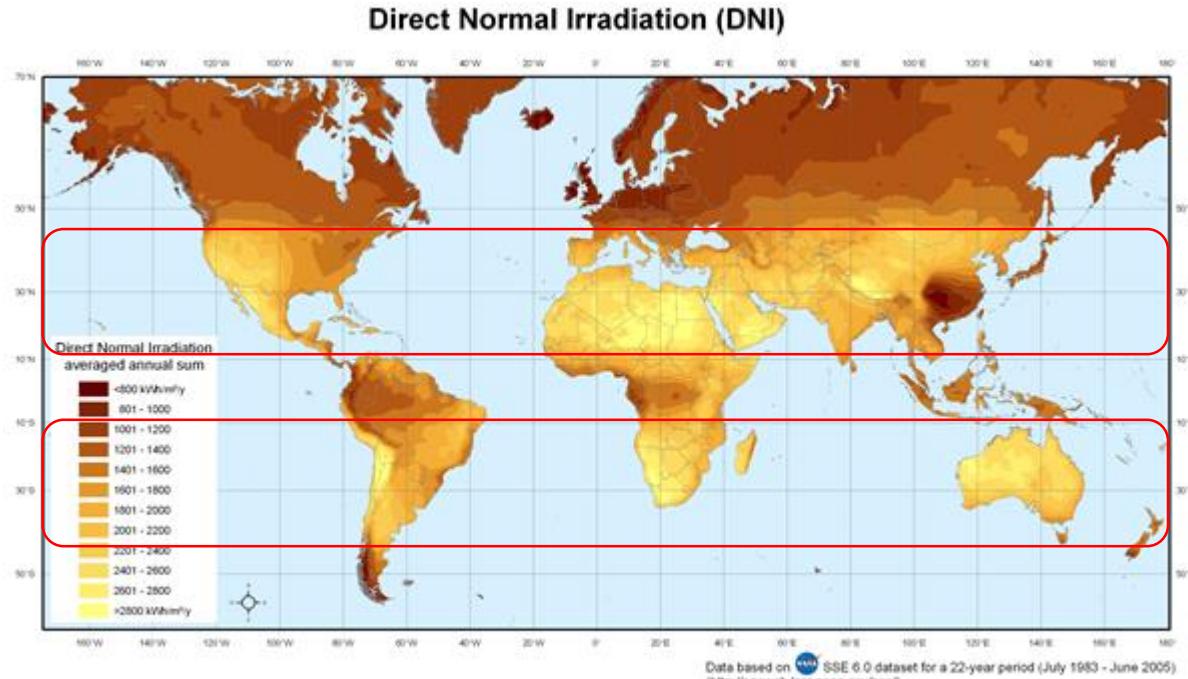


Centrale à concentrateurs cylindro-paraboliques



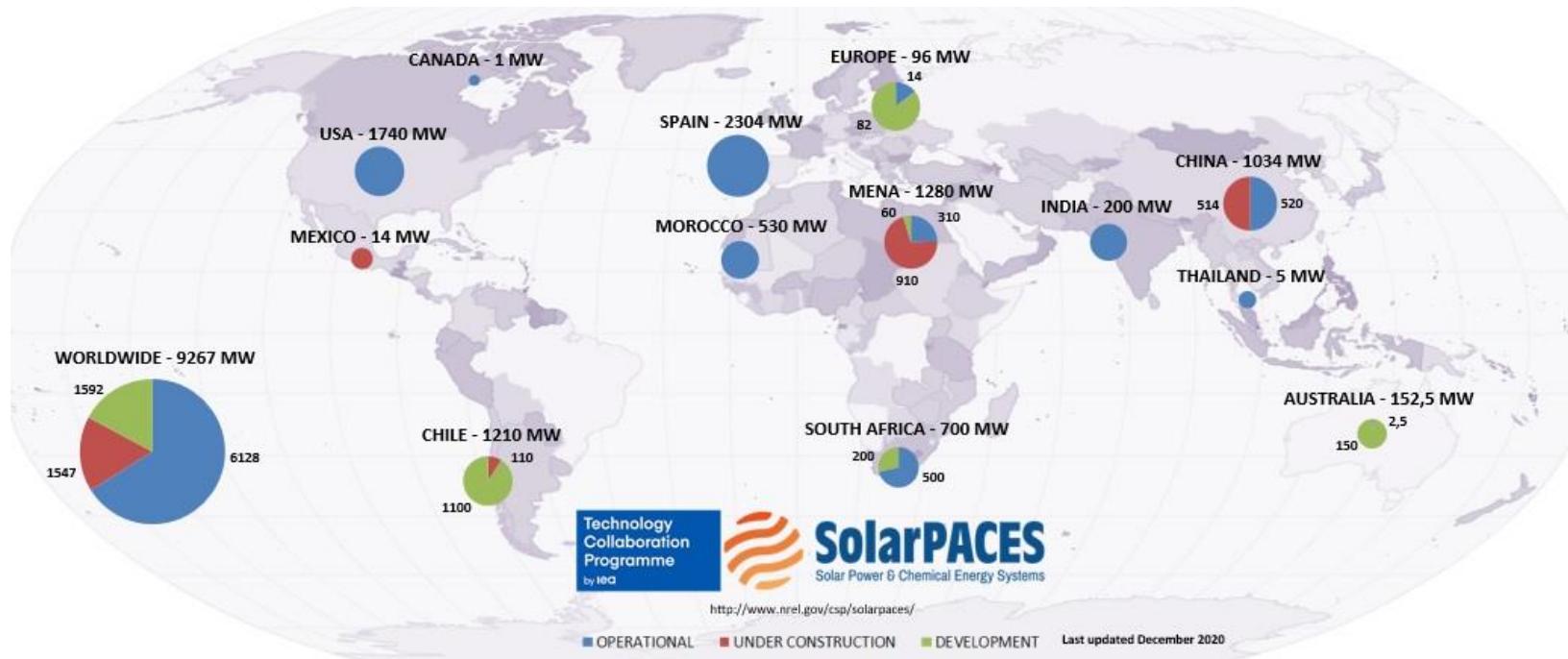
Centrale à concentrateurs linéaires de Fresnel

Ressource solaire



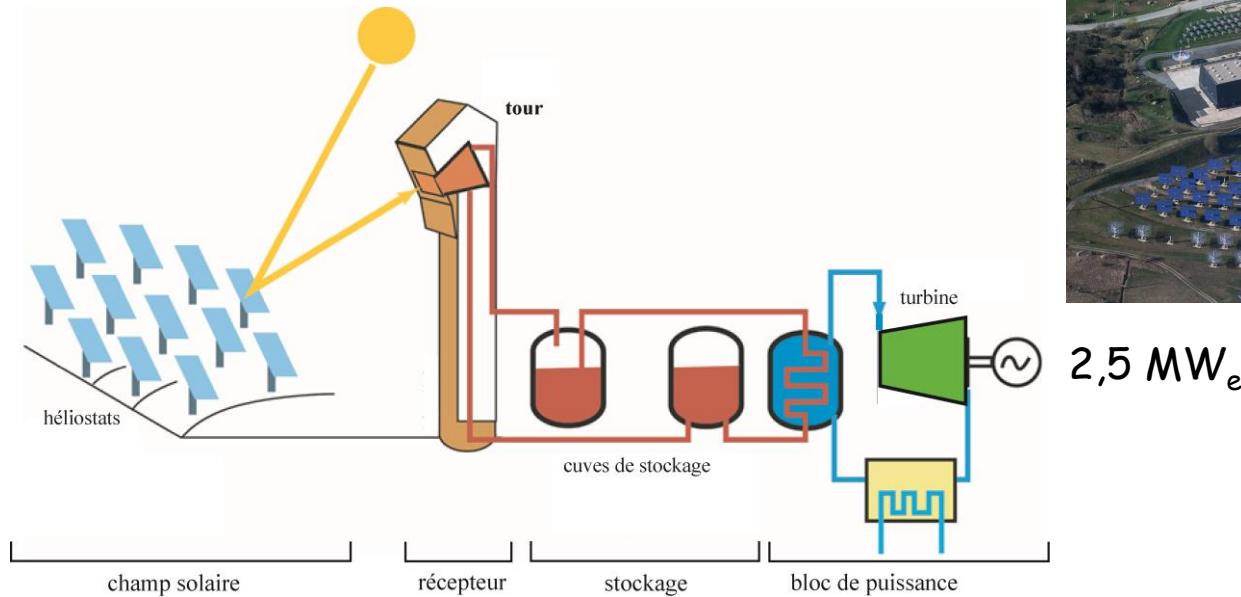
Centrales solaires à concentration :

Puissances installées



Centrales solaires et stockage :

Centrale solaire de Thémis (1983-1986), Targasonne, France



Capacité de stockage : $40\,000 \text{ kWh}_{\text{th}}$
550 t de sel fondu (mélange de nitrite et nitrate de sodium et de potassium)

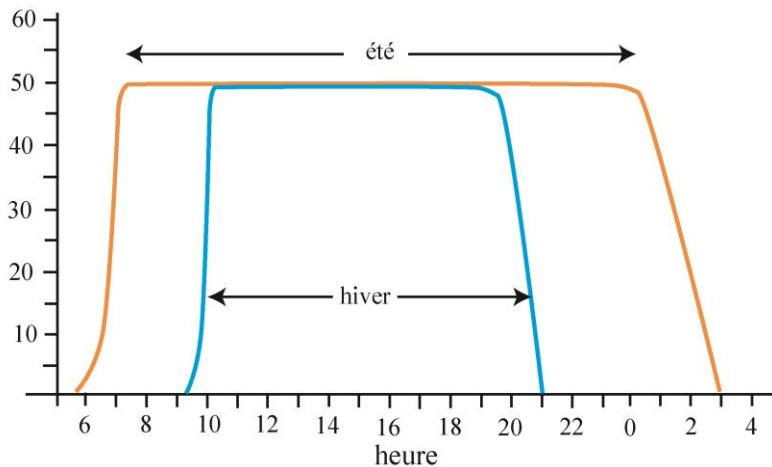
Centrales solaires et stockage :

Exemple de la centrale d'Andasol (Espagne)



3850 h/an à 50 MW_e (7,5 h/jour)
1010 MWh_{th}
28 000 t
 $\Delta T=100$ K

Puissance (MW)



NaNO₃/KNO₃ : 0,41 Wh/kg/K

Centrales solaires et stockage :

Exemple des centrales d'Andasol et de Gemasolar (Espagne)



3850 h/an à 50 MW_e (7,5 h/jour)
1010 MWh_{th}
28 000 t
 $\Delta T=100$ K

6450 h/an à 19,9 MW_e (15 h/jour)
670 MWh_{th}
8 500 t
 $\Delta T=275$ K

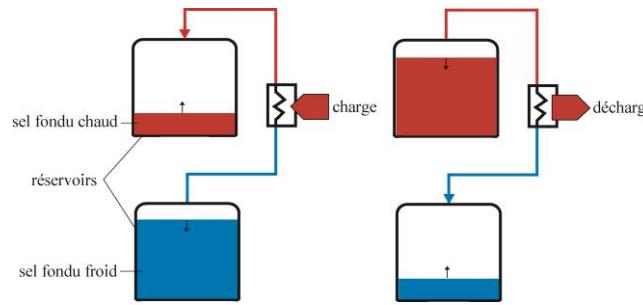
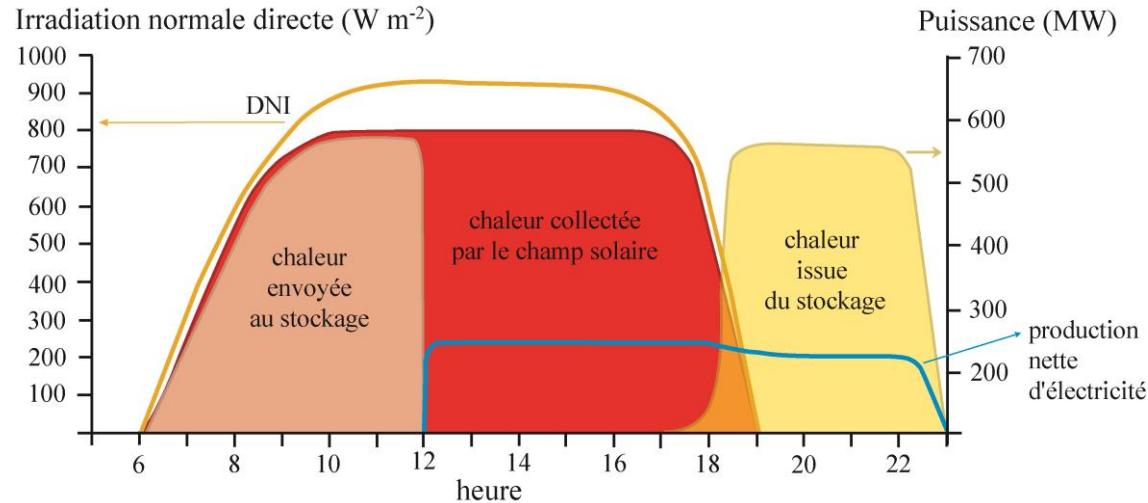
NaNO₃/KNO₃ : 0,41 Wh/kg/K



30 – 80 Wh/kg

Fonctionnalités du stockage

Production différée :



- + Protection thermique
- + Régulation
- + Efficacité de conversion

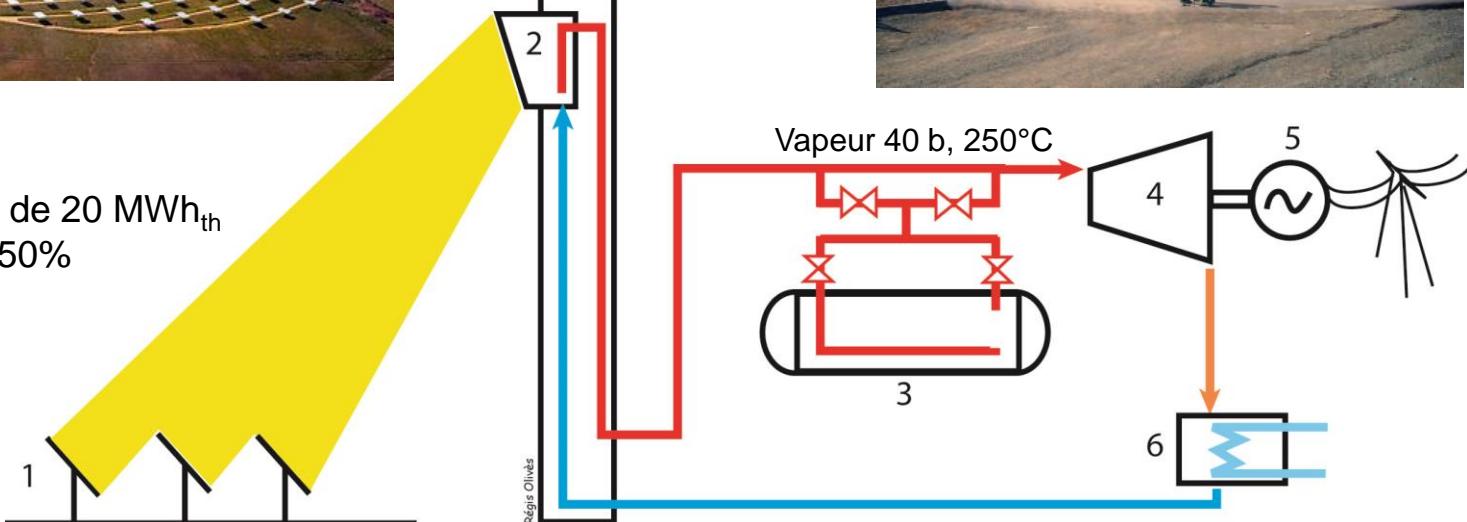
Autres technologies de stockage pour centrales solaires



PS10, Séville

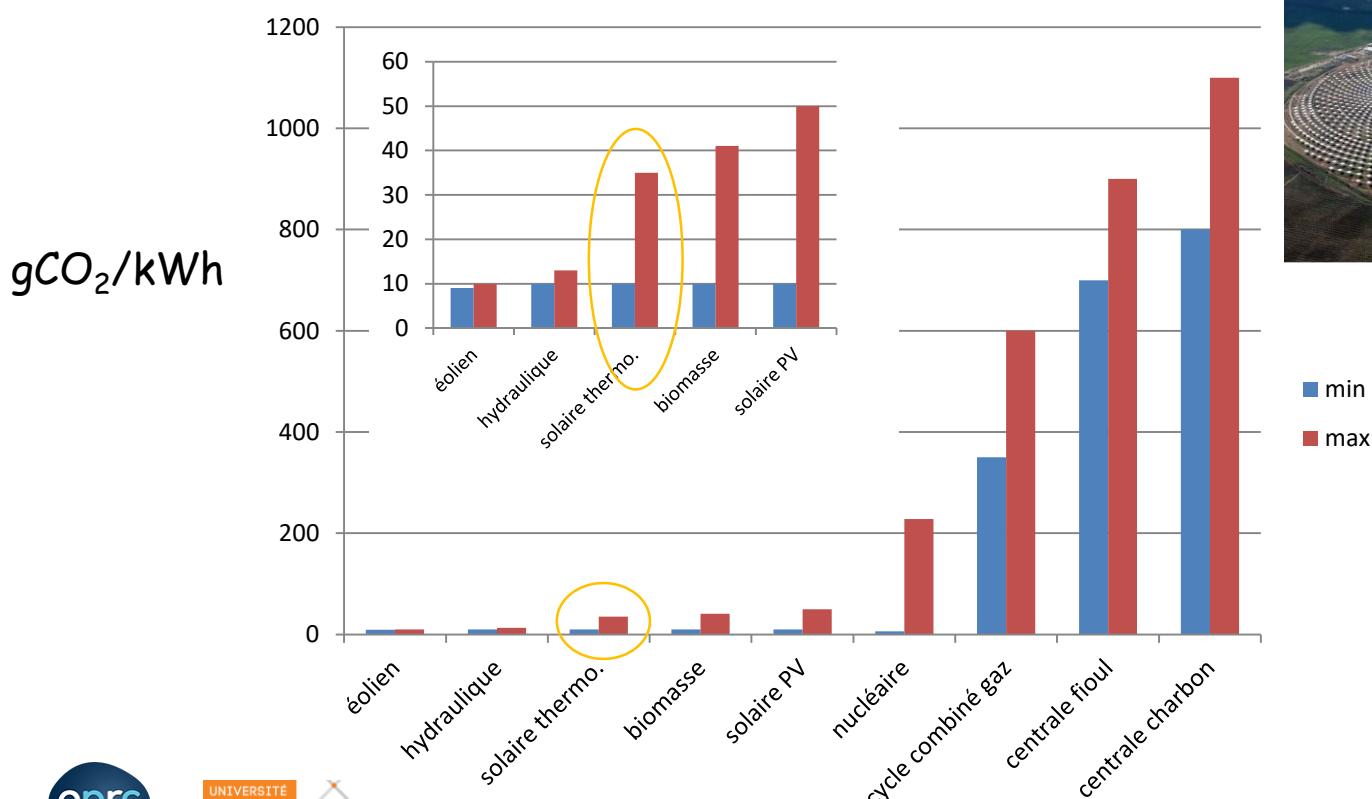


11 MW_e
Stockage de 20 MWh_{th}
50 min à 50%



Impacts environnementaux des centrales solaires :

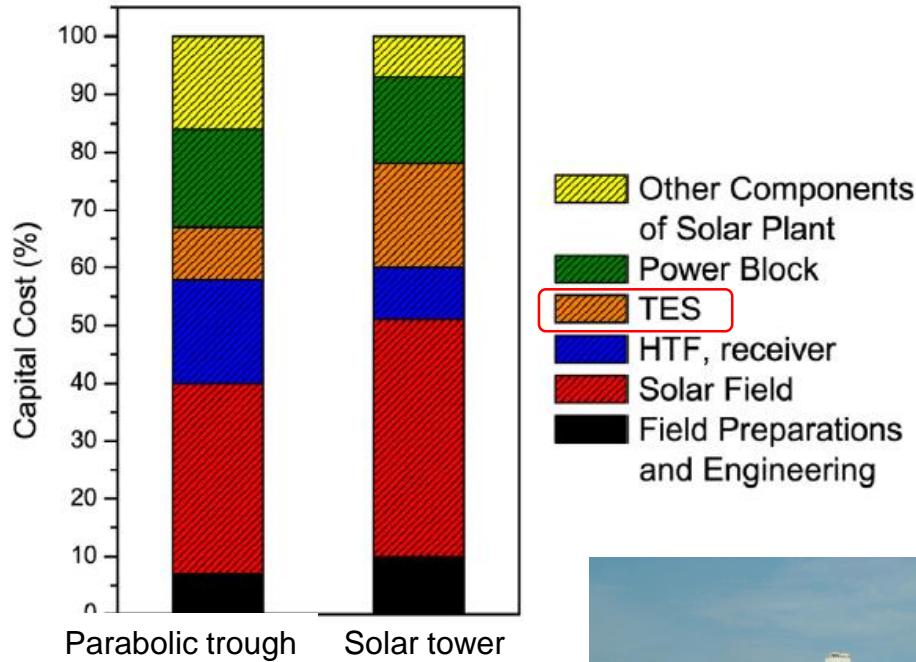
Contenu CO_2 de l'électricité produite



Aspect économique des centrales solaires :

Répartition des coûts

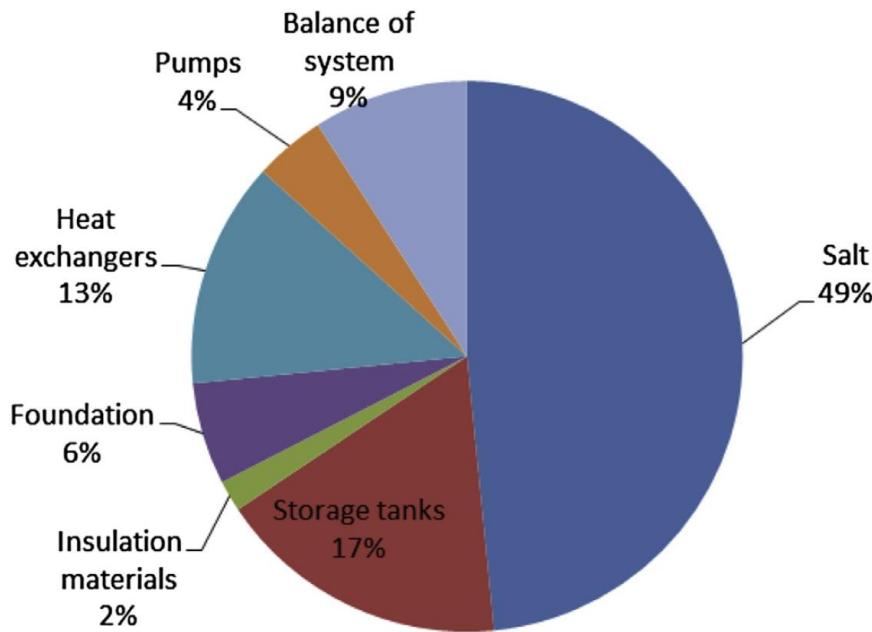
Coût de l'électricité produite : ~0,10 €/kWh



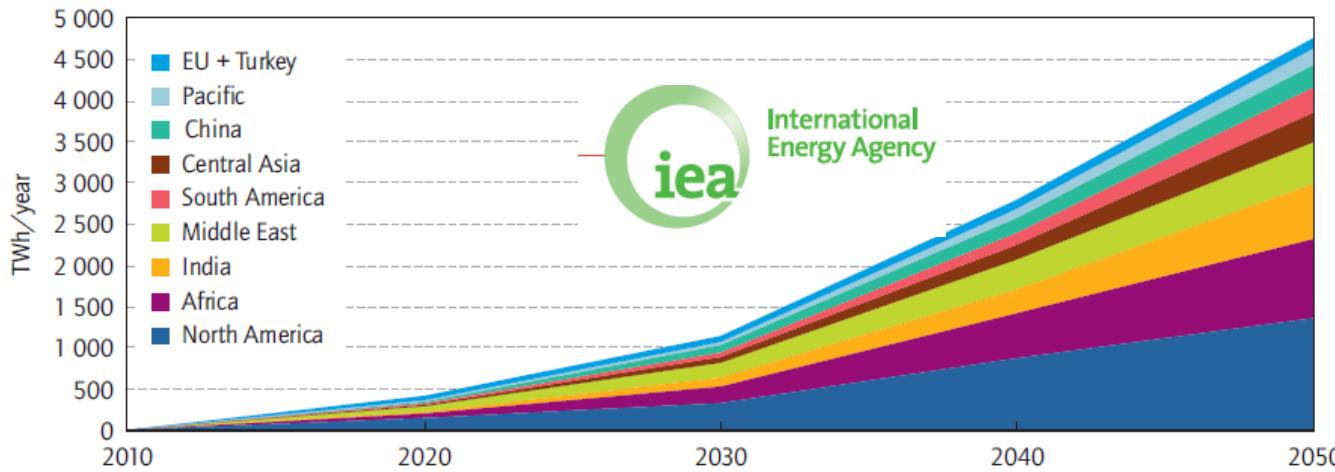
Aspect économique du stockage :

Répartition des coûts

Coût du stockage : 20-50 €/kWh



Perspectives du solaire à concentration



~1 000 GW

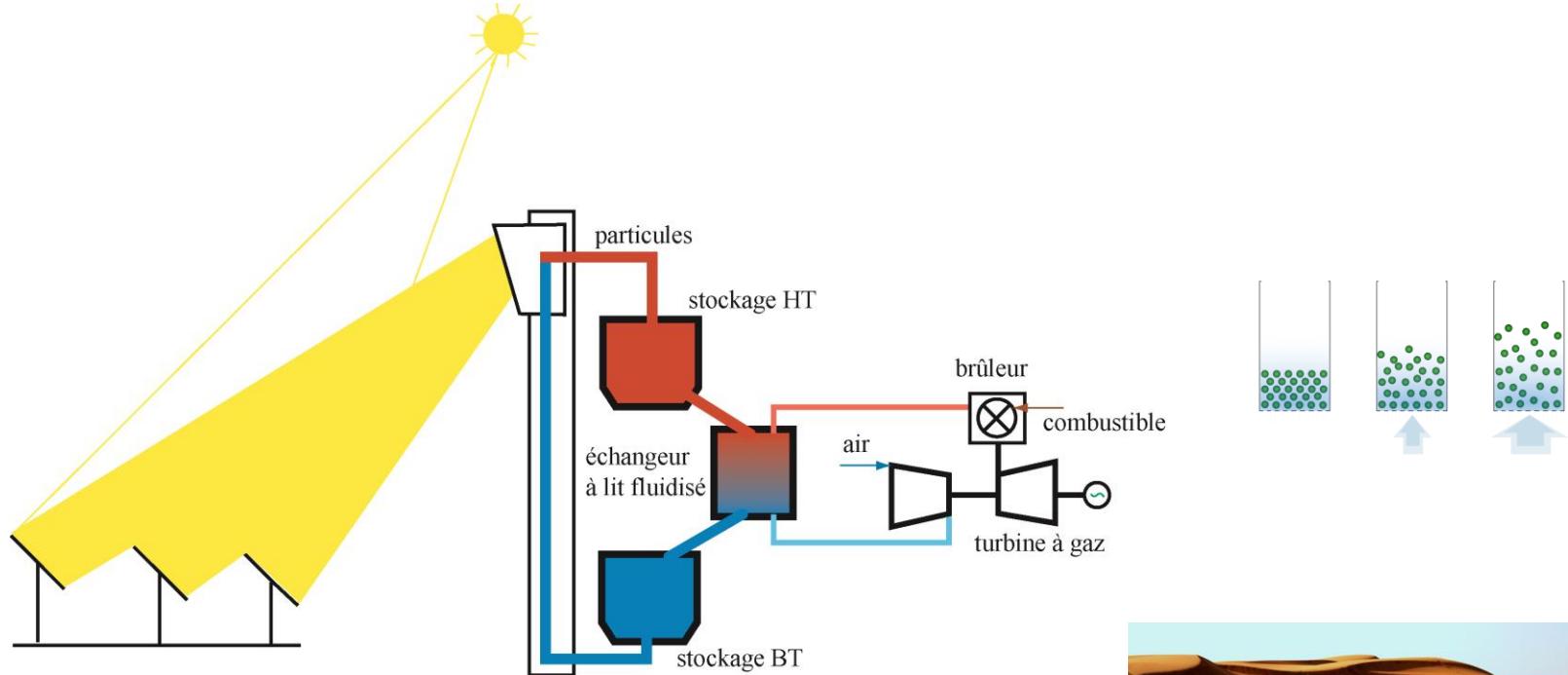


9 à 21 Mt/an de nitrates ! (production mondiale 0,8 Mt/an)

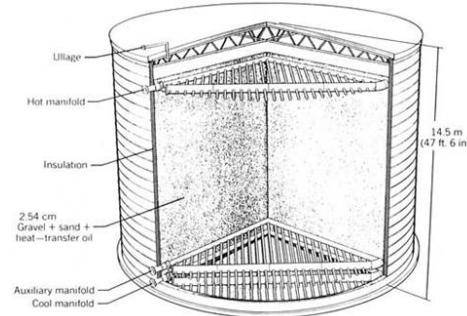
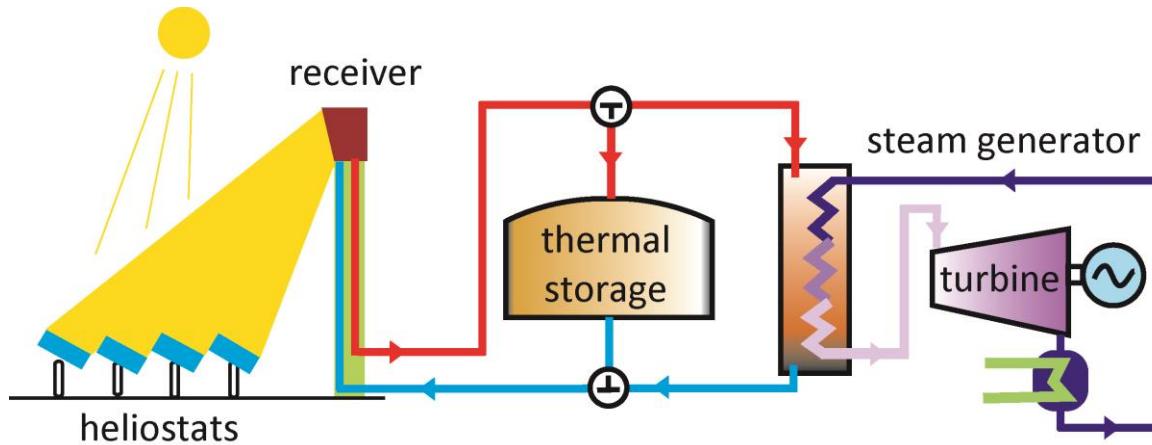


Disponibilité de la matière première

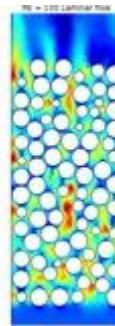
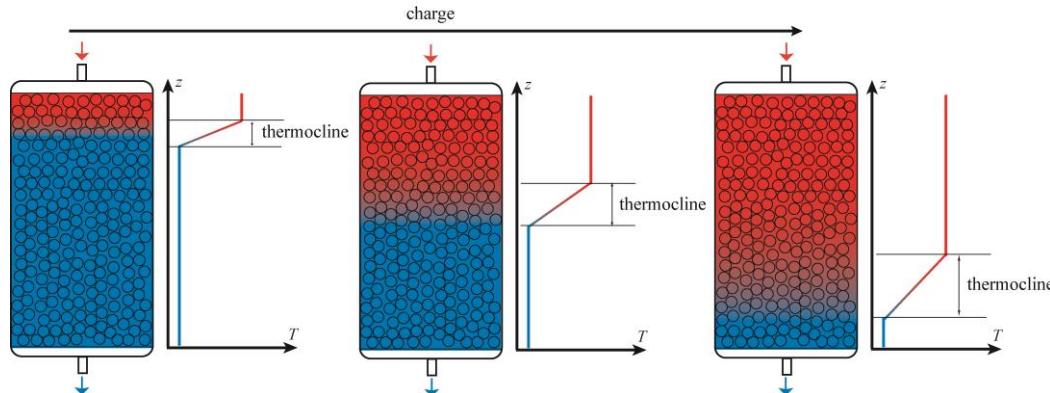
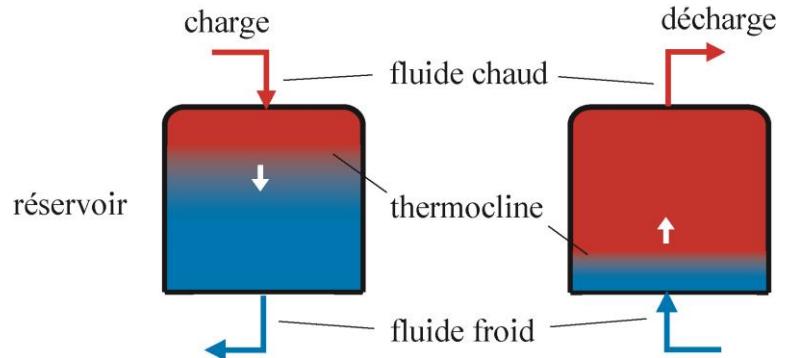
Autres technologies de stockage pour centrales solaires



Autres technologies de stockage pour centrales solaires



Stockage de type thermocline



Matériaux de stockage

Inertage et valorisation de déchets



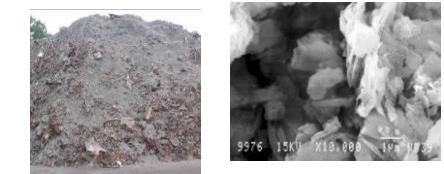
Déchets Amiantés (ACW) :

174 Mt d'amiante utilisées au XX^{ème} siècle dans le monde
250 000 t/an d'ACW produites in France



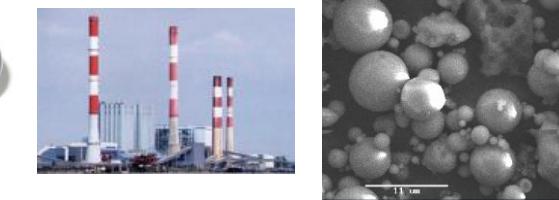
Cendres volantes d'incinérateur (MSWI Fly Ashes) :

UE(15) : 1,6 Mt/an
UIOM : 3 à 5% des MSW



Cendres volantes (Coal Fly Ashes) :

750 Mt/an Mondial
UE(15) 42 Mt/an



Metallurgical slag :

> 411 Mt/an Mondial



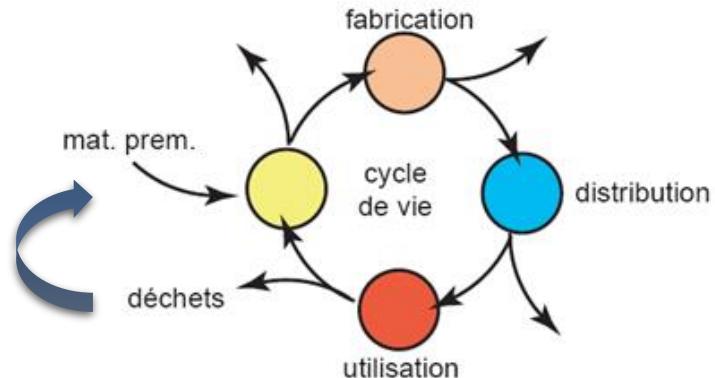
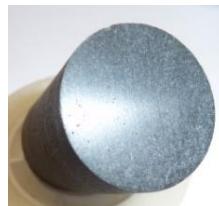
Analyse de cycle de vie et empreinte écologique du stockage

Temps de retour énergétique : < 1 an

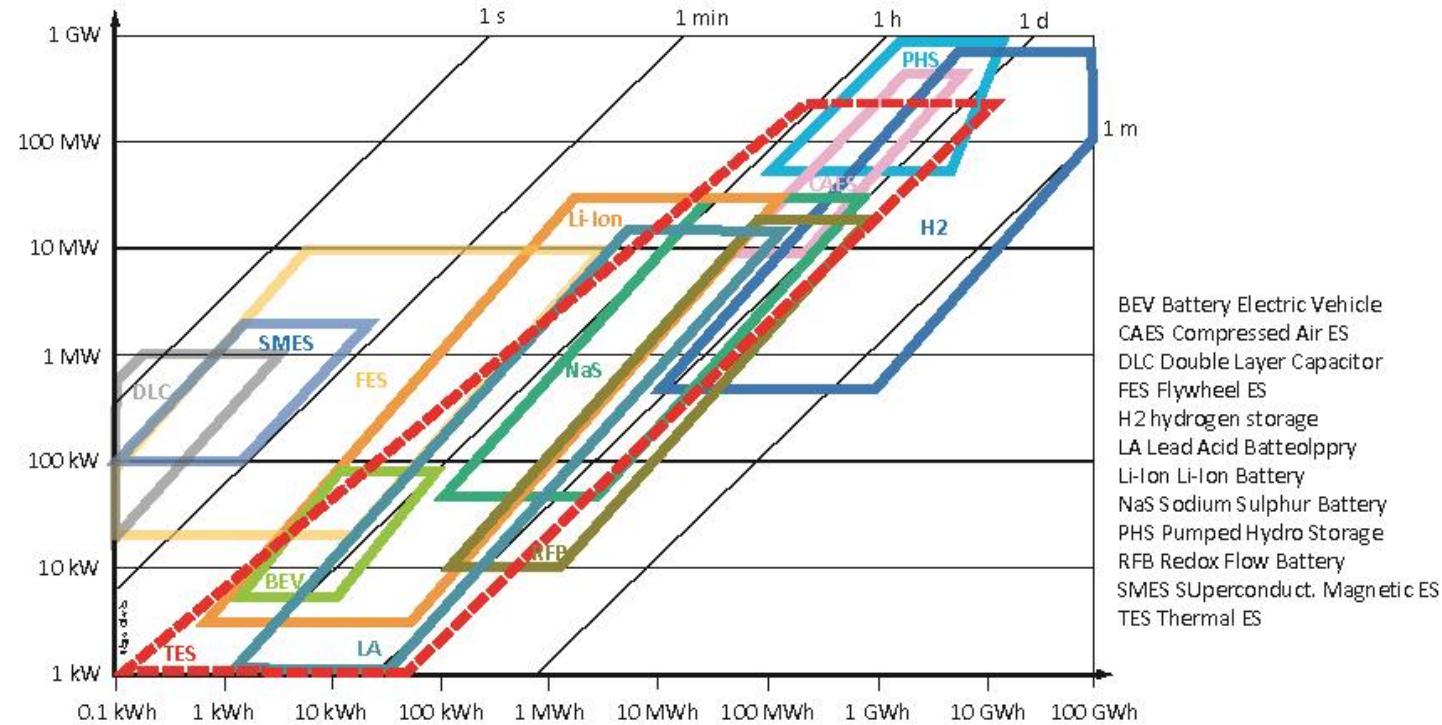
Impact CO_2 : TES < 5 g CO_2 /kWh (centrale : 20-30 g CO_2 /kWh)

Valorisation de déchets : utilisation d'une matière première « secondaire »

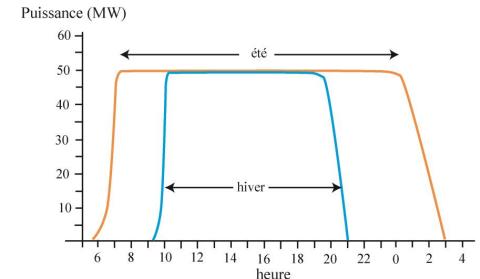
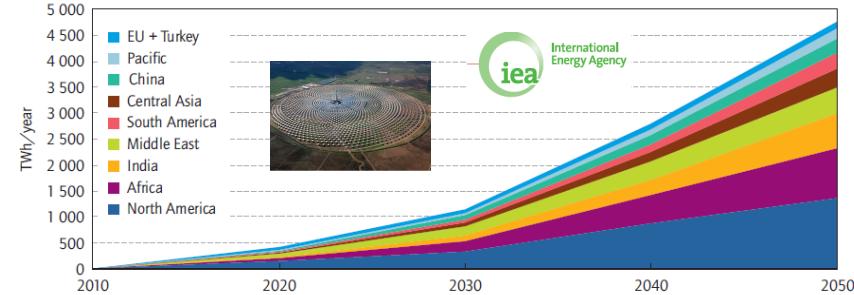
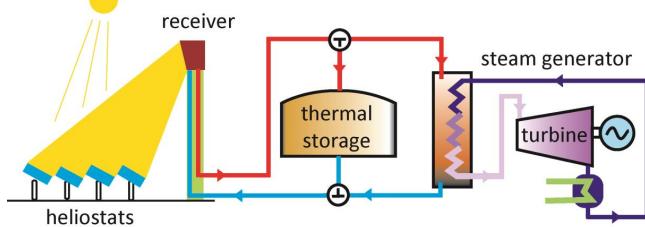
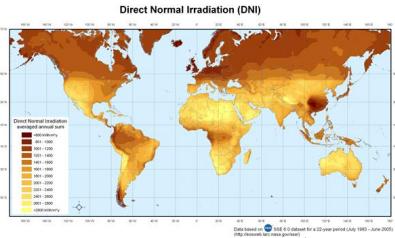
Éco-toxicité



Le stockage thermique parmi les autres technologies



En conclusion





www.promes.cnrs.fr

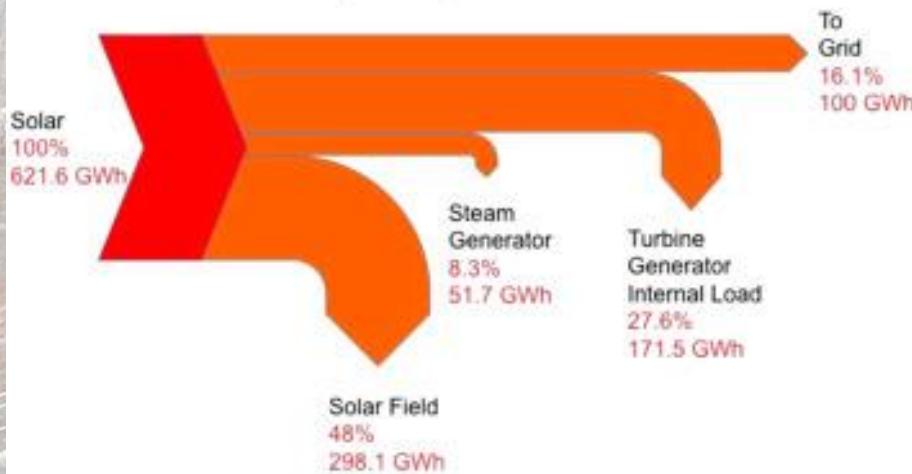
<https://sup-enr.univ-perp.fr/>

www.cnrs.fr

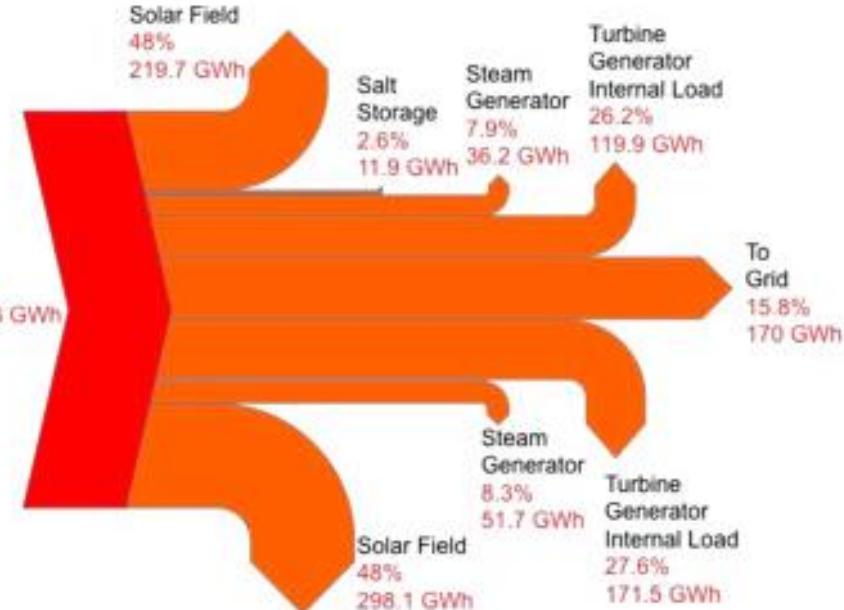


Rendement d'une centrale solaire à concentration avec ou sans stockage

Sankey diagram - Solar



Sankey diagram – Solar + storage



Coût de l'électricité produite

