

L'INFRASTRUCTURE DE RECHERCHE FR-SOLARIS SUR LE SOLAIRE CONCENTRE ET LE PROJET EUROPEEN NEXT-CSP



LABORATOIRE
PROCÉDÉS, MATÉRIAUX
et ENERGIE SOLAIRE
UPR 8521 du CNRS,
conventionnée avec
l'université de Perpignan
PROCESSES, MATERIALS
and SOLAR ENERGY
LABORATORY



Alain DOLLET
Gilles Flamant



Laboratoire PROMES
Procédés, Matériaux
& Energie Solaire

UNIVERSITÉ
PERPIGNAN
VIA
DOMITIA



FR-SOLARIS



Description

- Infrastructure de Recherche Nationale du CNRS, portée par l'UPR PROMES (**PRO**cédés, **Mat**ériaux & **Energie** Solaire, Odeillo & Perpignan)
- Regroupe l'essentiel des moyens de recherche nationaux sur le solaire concentré

Mission

- Offrir à la communauté scientifique* nationale et internationale un accès à des équipements (moyens d'essais, concentrateurs solaires et instrumentation associée) indispensables au développement de recherches sur le solaire concentré.

** Moyens également ouverts à l'industrie*

Particularité

- Maillon français du projet d'infrastructure européenne **EU-Solaris** sur le solaire à concentration (dans la feuille de route ESFRI depuis 2010)



PROMES

FR-SOLARIS



**Projet d'Infrastructure européenne en réseau sur le Solaire à concentration
EU-SOLARIS**

<http://www.eusolaris.eu/>



FR-SOLARIS

Typologie des projets

- ✓ Projets de Recherche en propre ou collaboratifs (PROMES), associant académiques et industriels
- ✓ Projets menés par des équipes de recherche extérieures

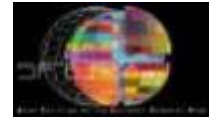
Projets Nationaux

- ✓ Projets propres ou collaboratifs: PeGASE (Production d'électricité par turbine à Gaz et Energie Solaire)



Projets Européens

- ✓ Infrastructure/réseau: "SFERA2", "EU-SOLARIS", "STAGE-STE"...
- ✓ Collaboratifs: CSP2, SOLPART, **Next-CSP...**



Contributions au développement de l'IR & Partenaires

CNRS, CD66, Région, Europe (Feder), PIA (Equipex SOCRATE et Labex SOLSTICE), EDF, TOTAL, ADEME...



UNIVERSITÉ
PERPIGNAN
VIA
DOMITIA

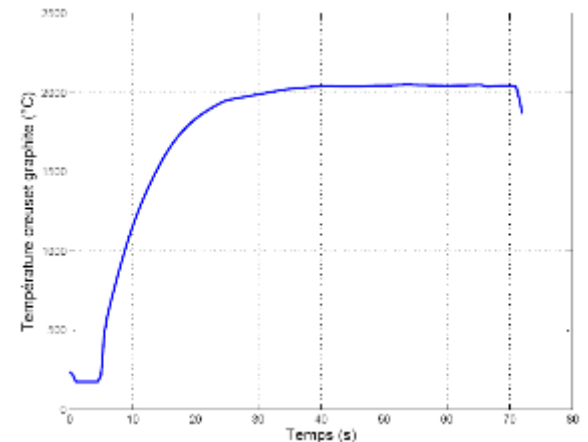
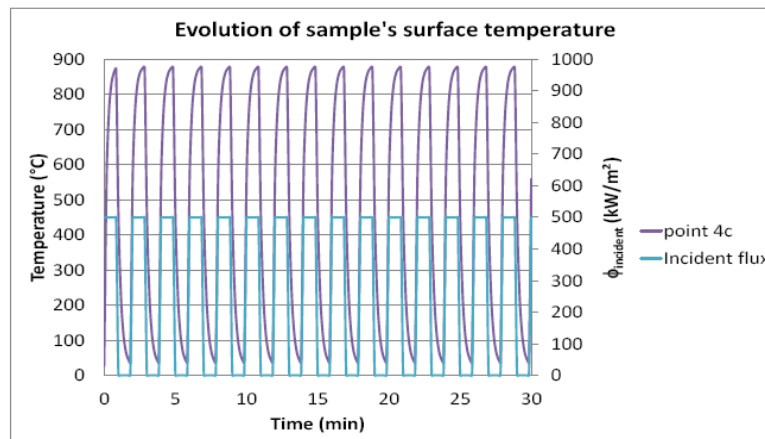
PROMES



FR-SOLARIS

Performances des installations solaires

- ✓ Puissance : de 1 kW à 5 MW
- ✓ Concentration: jusqu'à 16000 soleils
- ✓ Capacité de moduler la puissance et la densité de flux solaires
- ✓ Possibilité de réaliser des tests sous vide ou en atmosphère contrôlée
- ✓ Réalisation de cycles de chauffage/refroidissement, chauffage très rapide



FR-SOLARIS

Principaux équipements (Odeillo et Targasonne)

- 1 four solaire de 1 MW
 - 1 concentrateur parabolique de 50 kW
 - 1 concentrateur cylindro-parabolique de 150 kW (microcentrale)
 - 12 fours solaires de moyenne puissance (1-6 kW) à double réflexion
 - **Concentrateur solaire à tour de Thémis** (5MW, Propriété du CD66)
- + Instrumentation associée, moyens de caractérisation...



Recherches de PROMES dans H2020

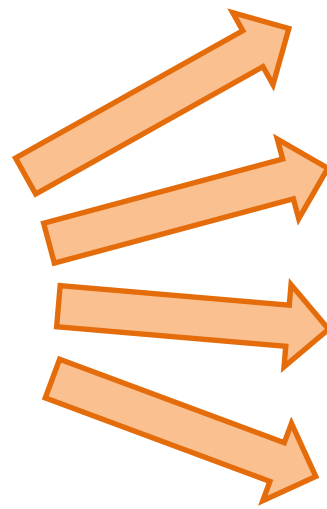
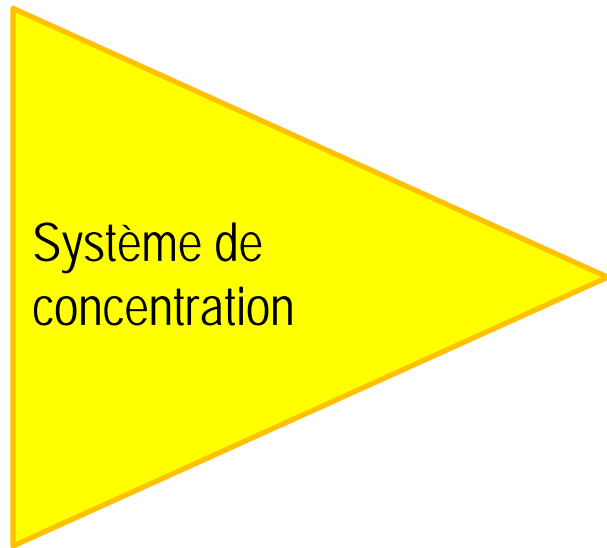
coordination de 2 projets européens

- Solaire à concentration
- Chaleur industrielle
- Projet européen SOLPART

- Centrales solaires, évolution des coûts
- Génération 3
- Projet européen Next-CSP



Solaire à concentration



Electricité (photovoltaïque à concentration)

Electricité (conversion thermodynamique)

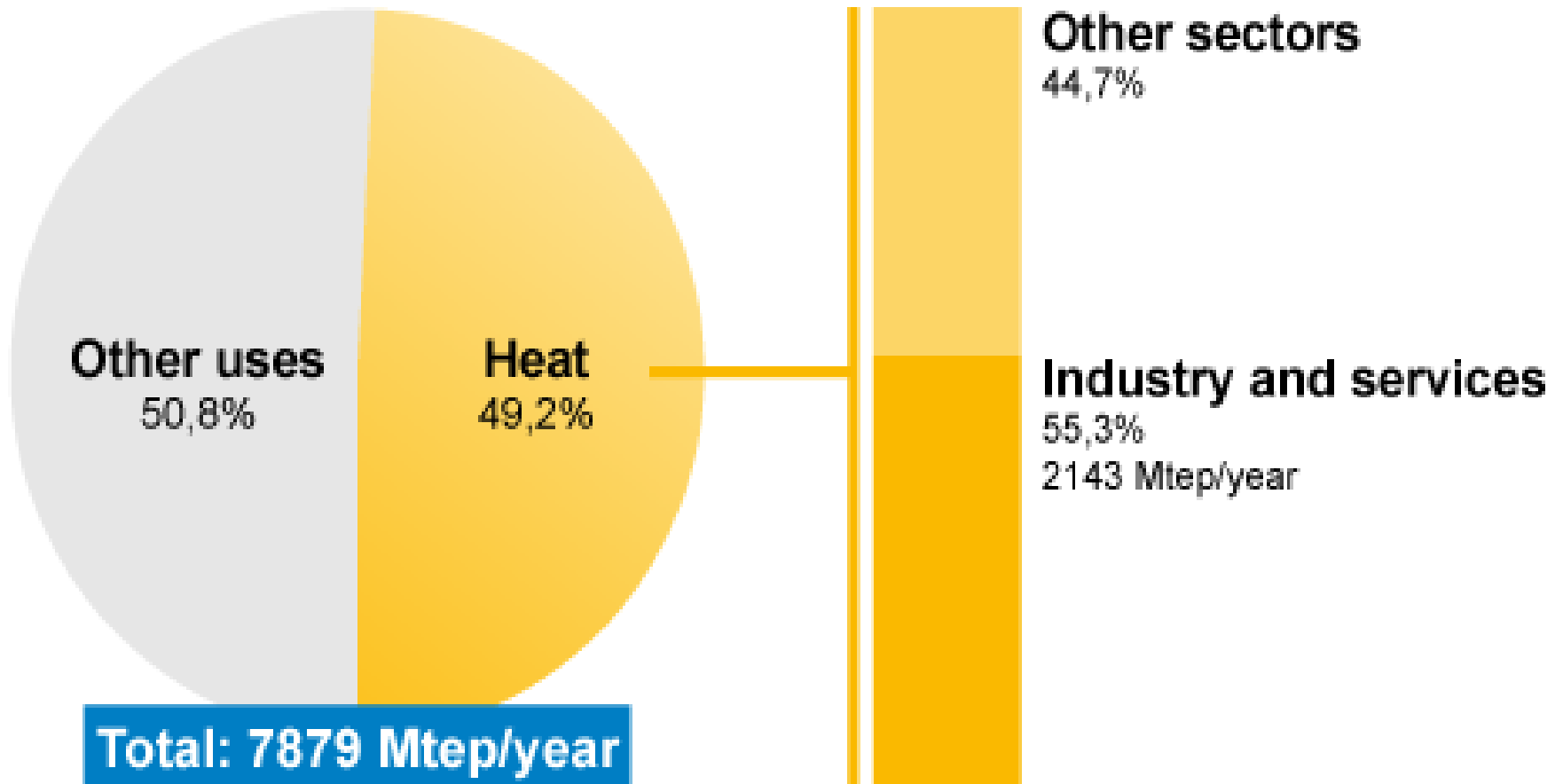
Chaleur industrielle

Combustibles de synthèse

Chaleur industrielle

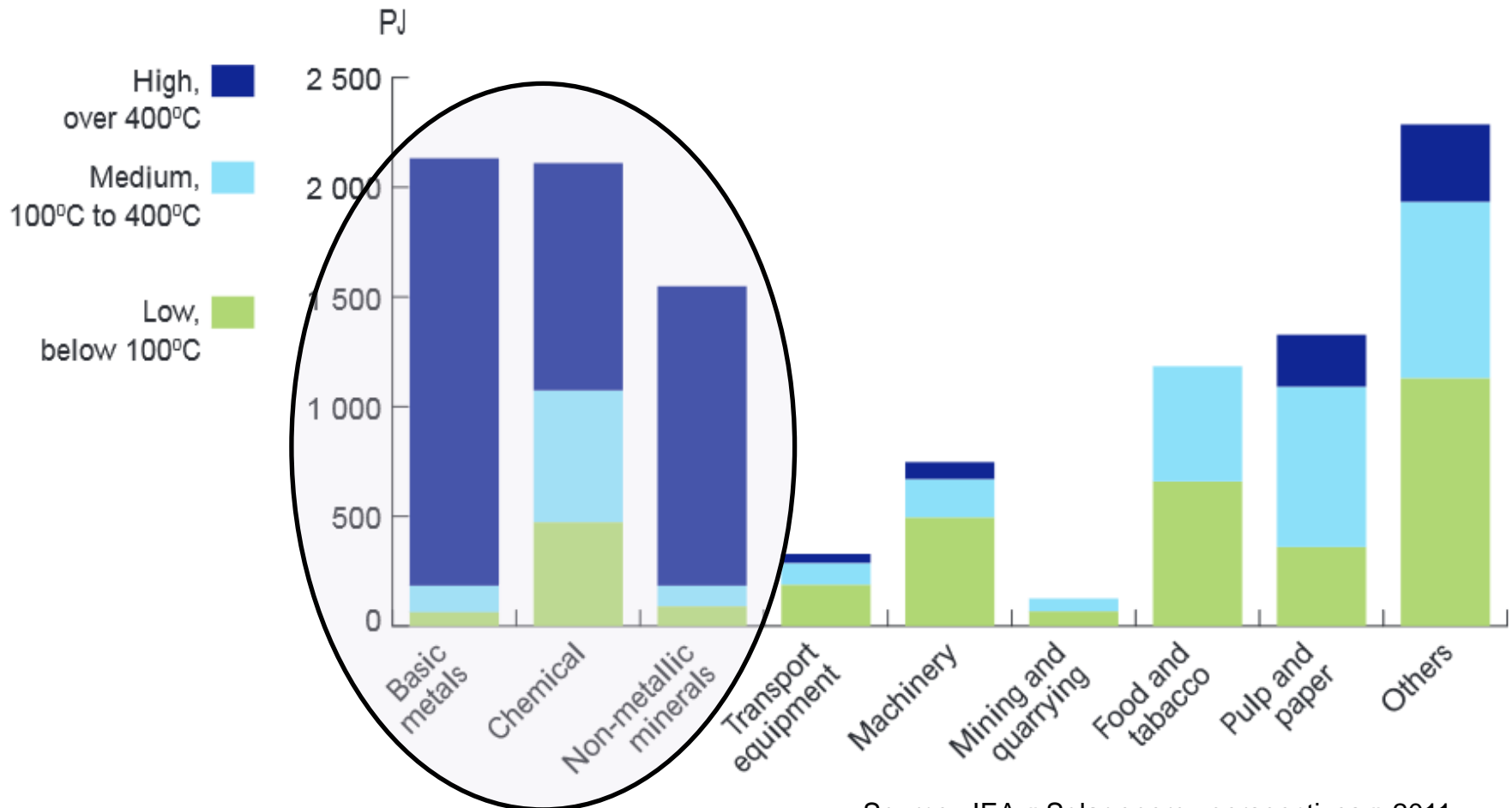
Besoins

Consommation d'énergie mondiale



Besoins

Consommation de chaleur industrielle



Source: Werner, 2005-2006.

Source : IEA « Solar energy perspectives » 2011

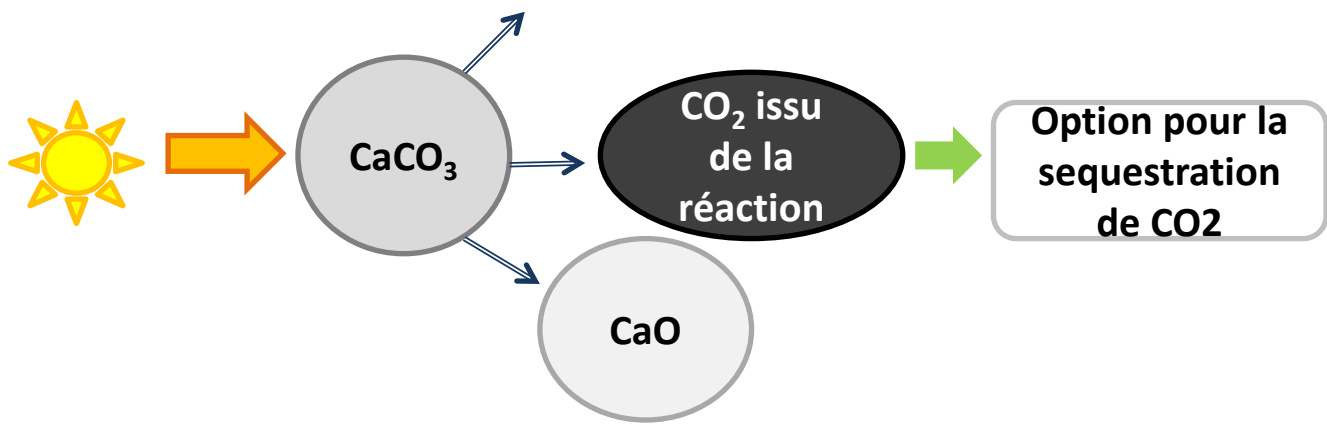


Le projet européen H2020 SOLPART

Objectif : Remplacer la combustion par l'énergie solaire dans les procédés de calcination du carbonate de calcium mis en œuvre dans l'industrie de la chaux et du ciment (850-900° C).

Procédé solaire

Pas de gaz de combustion



Démonstration au Four solaire d'Odeillo en 2018. Echelle 50-100 kW



Centrales solaires

Etat des lieux

Puissance installée

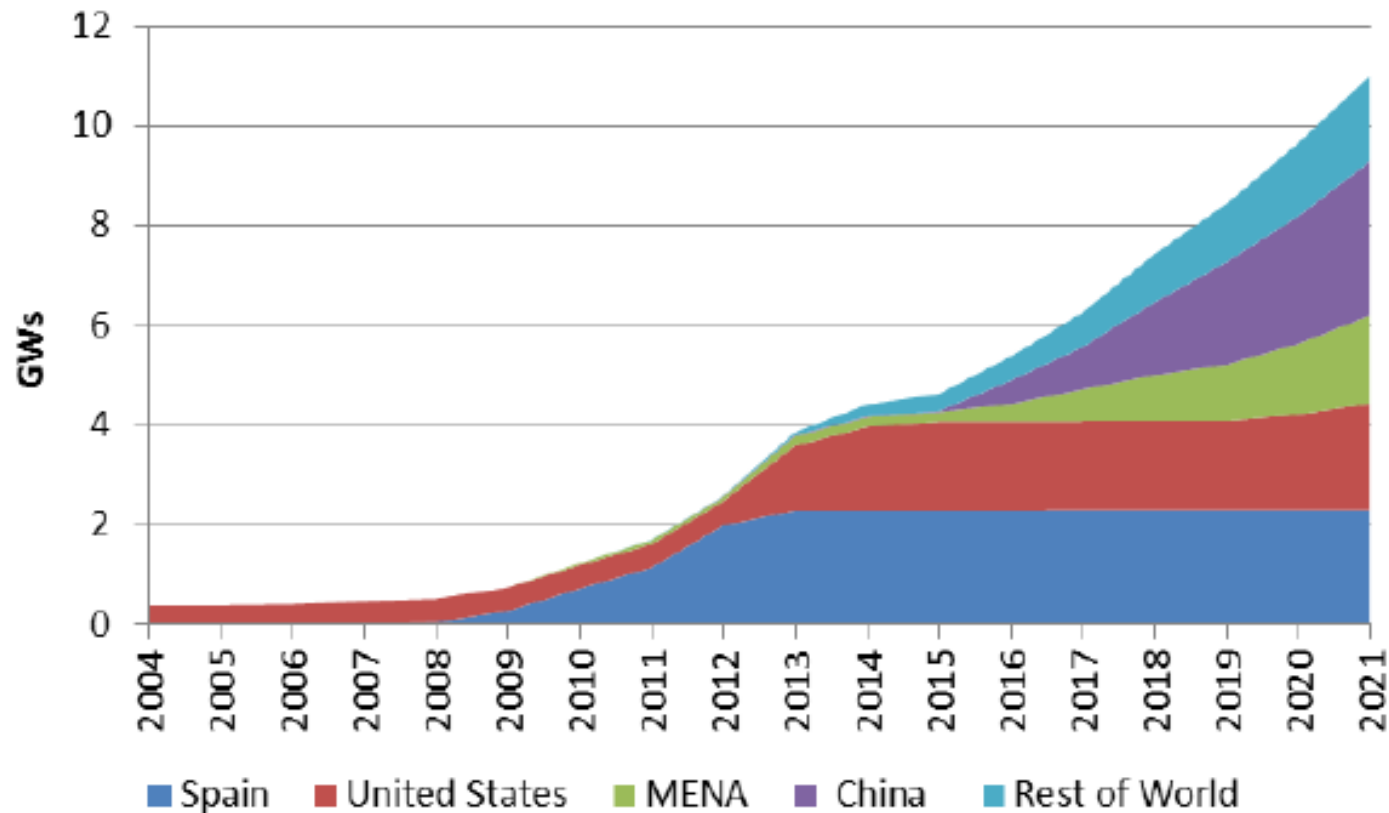


Figure 6. Actual and projected global cumulative growth of CSP capacity (source: IEA).



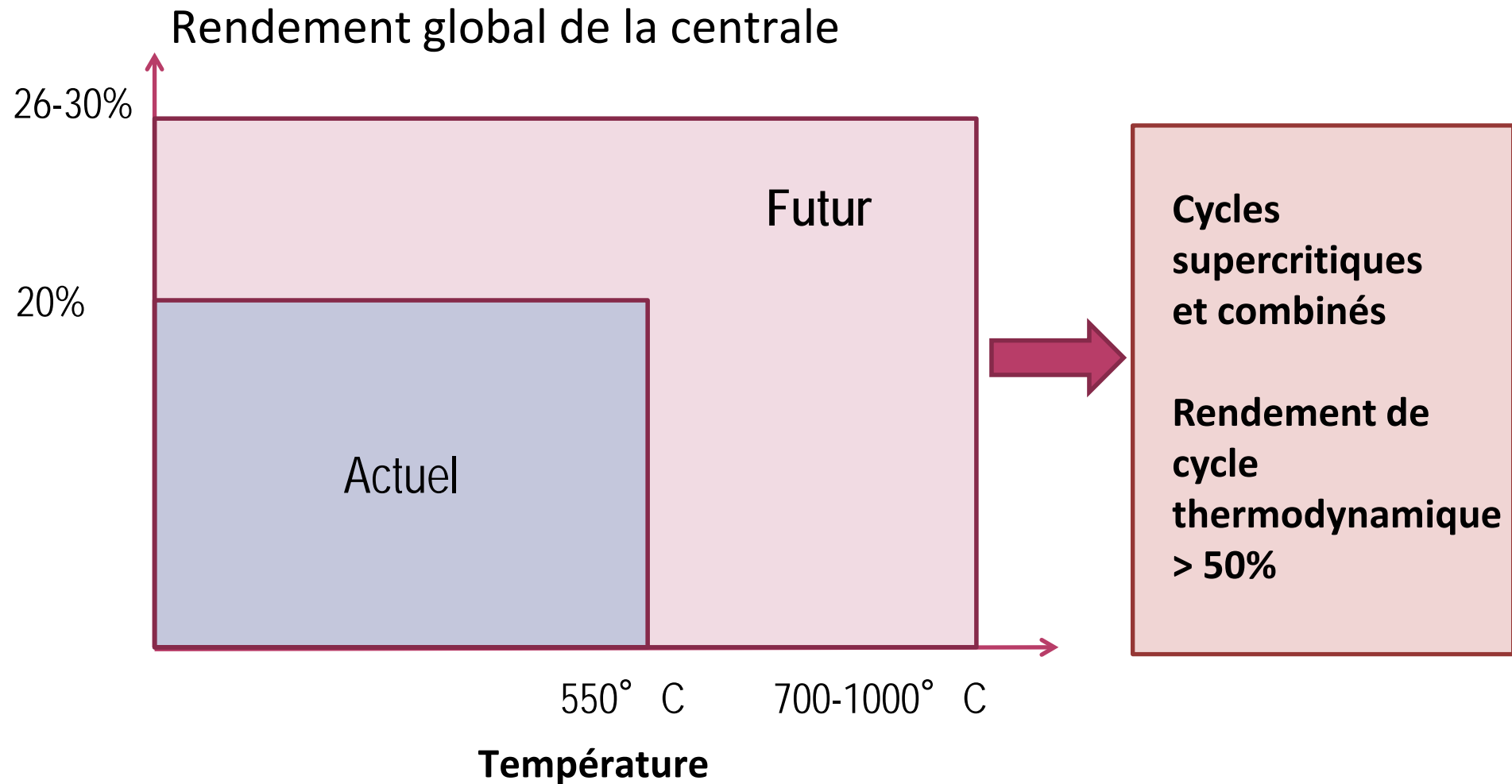
Etat des lieux

Coût de l'électricité avec stockage (technologie à tour)

Projet	Pays	Puissance	Durée de stockage	Coût de l'électricité
Crescent Dunes	Etats Unis	110 MW	10 h	16,9 c\$/kWh
NOOR III	Maroc	150 MW	7,5 h	16,3 c\$/kWh
RedStone	Afrique du Sud	100 MW	12h	12,5 c\$/kWh
Dewa	Dubai	200 MW	8h	9,45 c\$/kWh
Copiapo	Chili	240 MW	14h	6,31 c\$/kWh



Gen3



Options

- **Fluide de transfert (HTF)** : nouveaux sels fondus, gaz sous pression ou **particules**
- **Stockage** : 2 cuves ou thermocline avec solides ou **particules**
- **Cycles** : **Combinés** ou super critiques ($s\text{CO}_2$ et $s\text{H}_2\text{O}$)

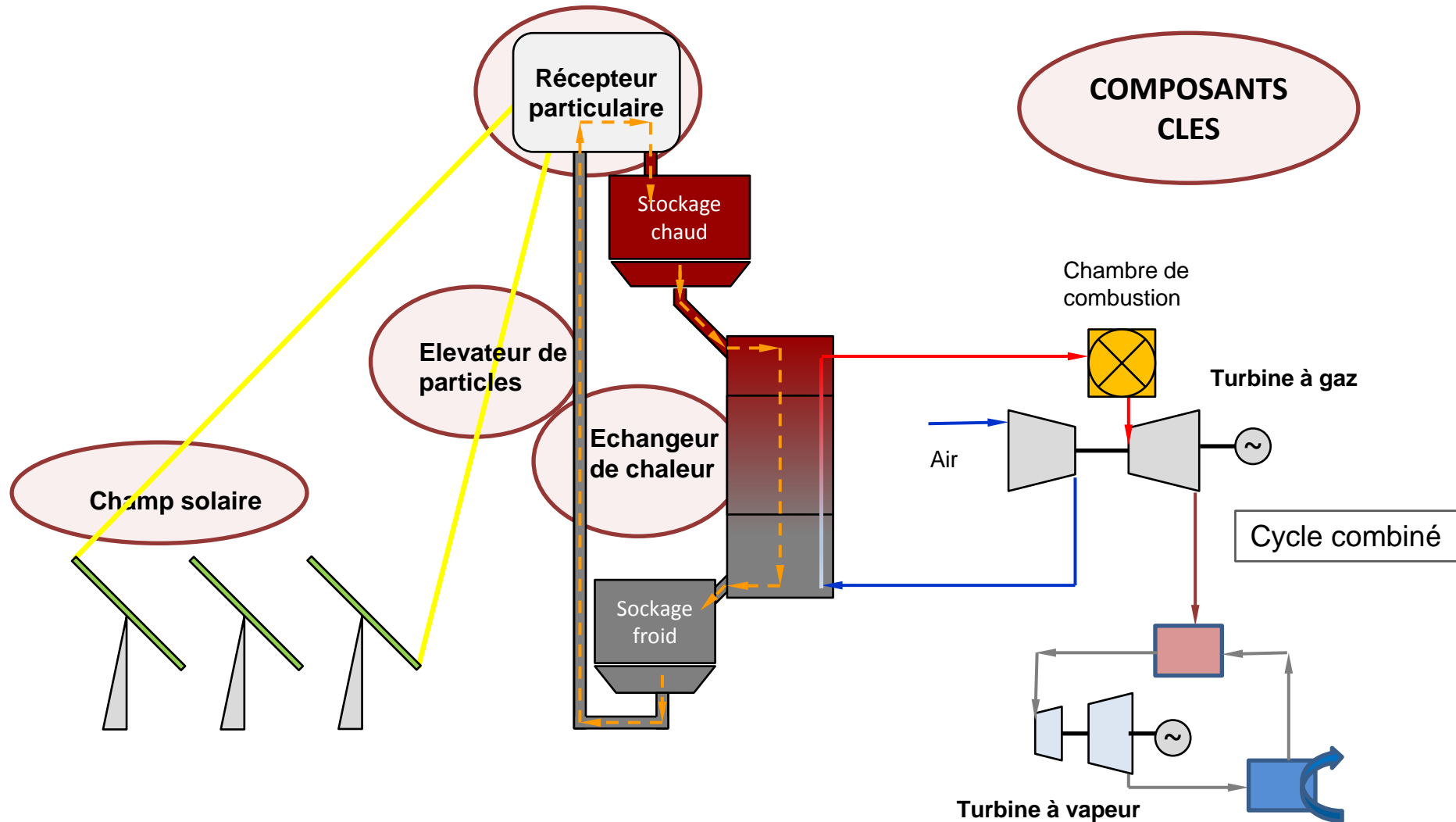
Projet européen Next-CSP, 2016-2020

High Temperature concentrated solar thermal power plant with particle receiver and direct thermal storage

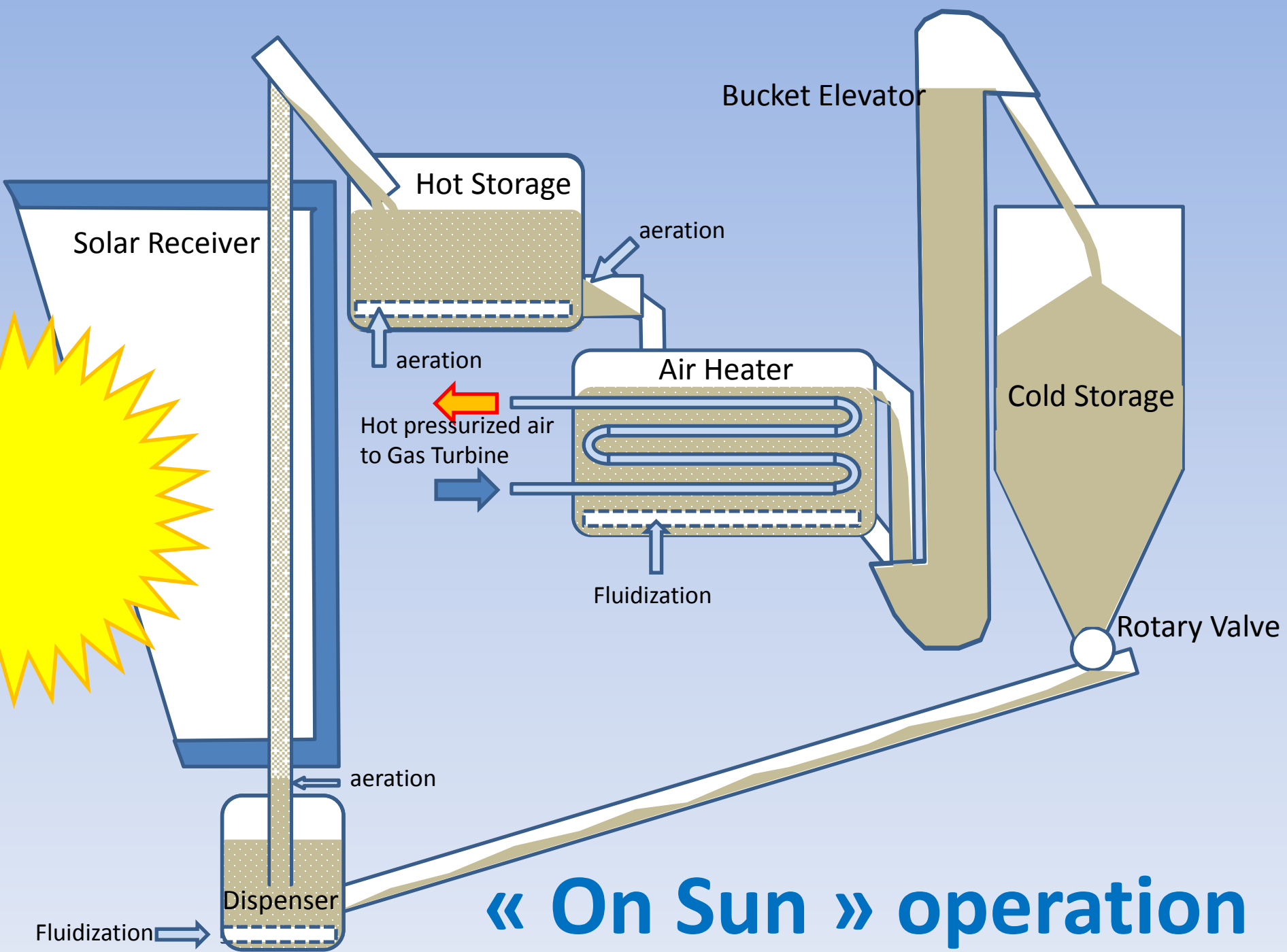




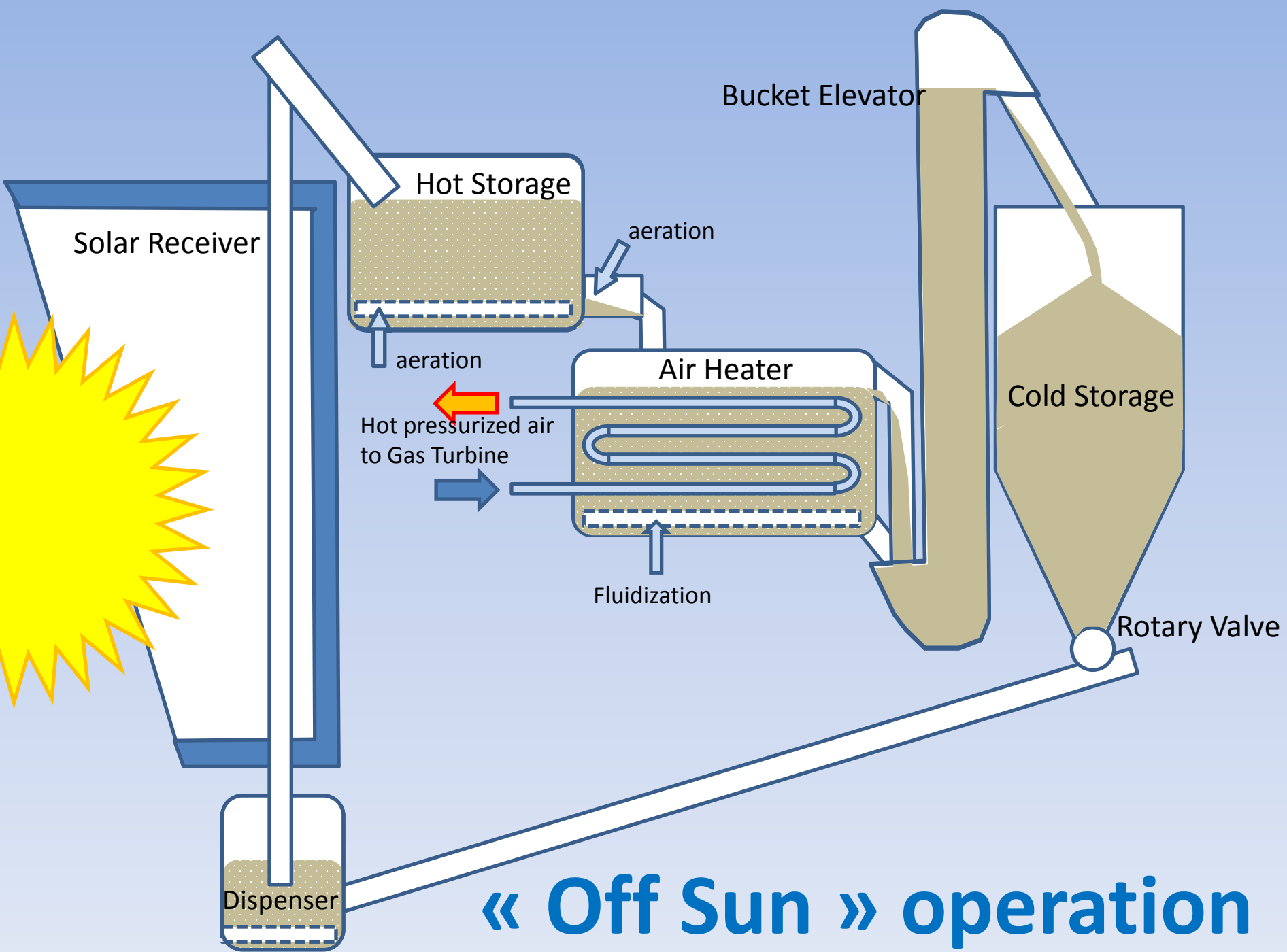
Concept



COMPOSANTS CLES



« On Sun » operation



Solar Receiver

Hot Storage

aeration

aeration

Hot pressurized air
to Gas Turbine

Air Heater

Fluidization

Bucket Elevator

Cold Storage

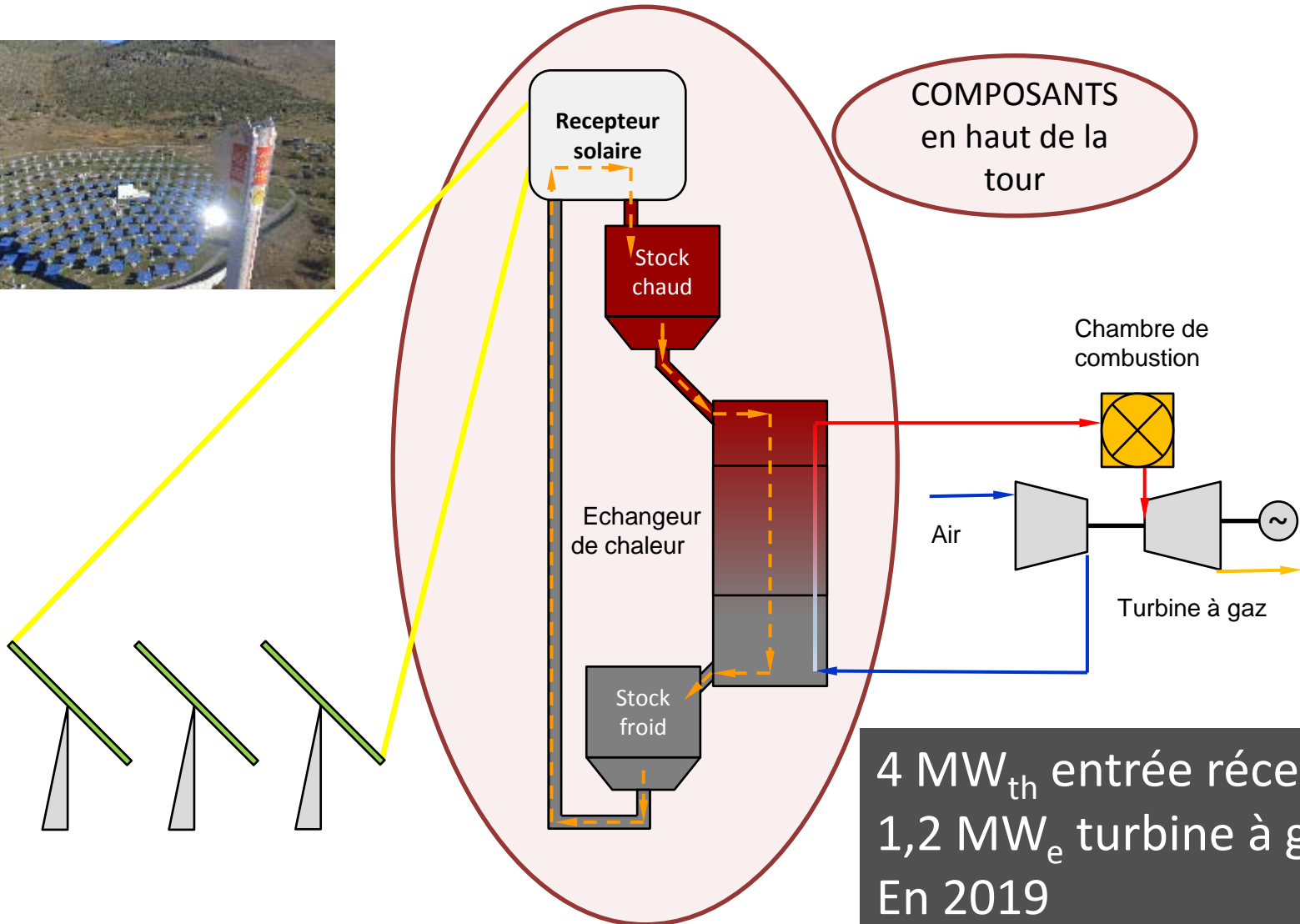
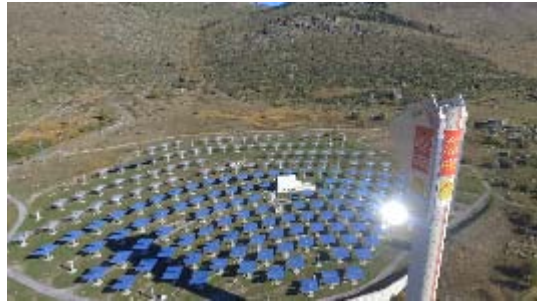
Rotary Valve

Dispenser

« Off Sun » operation



Pilote à Thémis



Remerciements

- This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreements No 727762, NEXT-CSP and No 654663, SOLPART.
- It was supported by the Programme "Investissements d'avenir" (Investments for the Future) of the Agence Nationale de la Recherche (National Agency for Research) of the French State under contracts number ANR-10-EQPX-49-SOCRATE and ANR-10-LABX-22-01.

