



# Centrales Solaires Flexibles de Petite Puissance: Le projet Européen POLYPHEM

A. Ferriere, CNRS/PROMES

## POLYPHEM

Small-Scale Solar Thermal Combined Cycle

---



The POLYPHEM project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 764048.

# Motivations techniques

- **Cycle à haut rendement**
- **Production flexible (« à la demande »)**
- **Puissance garantie**
- **Faible consommation d'eau**
- **Réduction du coût d'investissement**
- **Technologie flexible: polygénération**
- **Marché visé: électrification de zones rurales, mini-réseaux, aide au développement**

# Motivations politiques

- **Contribuer au rayonnement Européen de la France dans le domaine du solaire concentré**
- **Valoriser les compétences et savoir-faire Français**
- **Valoriser les moyens expérimentaux du CNRS**
- **Développer des projets structurants pour la recherche en France**



# Chiffres-clés

## Call H2020 – Energie Sûre, Propre et Efficace

- **LCE-07-2017-** Developing the next generation technologies of renewable electricity and heating/cooling

Specific challenge: **Concentrated Solar Power (CSP)**

- Grant Agreement N° 764048

- **9 partenaires** **CNRS/PROMES (F)**

Fraunhofer ISE (D)

CIEMAT (E)

**CEA/LITEN (F)**

KAEFER Isolierteknik (D)

AALBORG CSP (DK)

ORCAN Energy (D)

ARRAELA S.A. (E)

**EURONOVIA (F)**



**KAEFER**

**AALBORG CSP**  
- Changing Energy



**euronovia** \*\*\*

- **Coordination: CNRS/PROMES**

✓ Coordinator: A. Ferriere

- **Durée: 48 mois**

✓ Début: 01/04/2018

✓ Fin: 31/03/2022

- **Financement total (100% UE): 4 975 961 €**

# Principe général

**Cycle combiné de faible puissance pour production flexible et garantie d'électricité solaire décentralisée et autres services énergétiques**

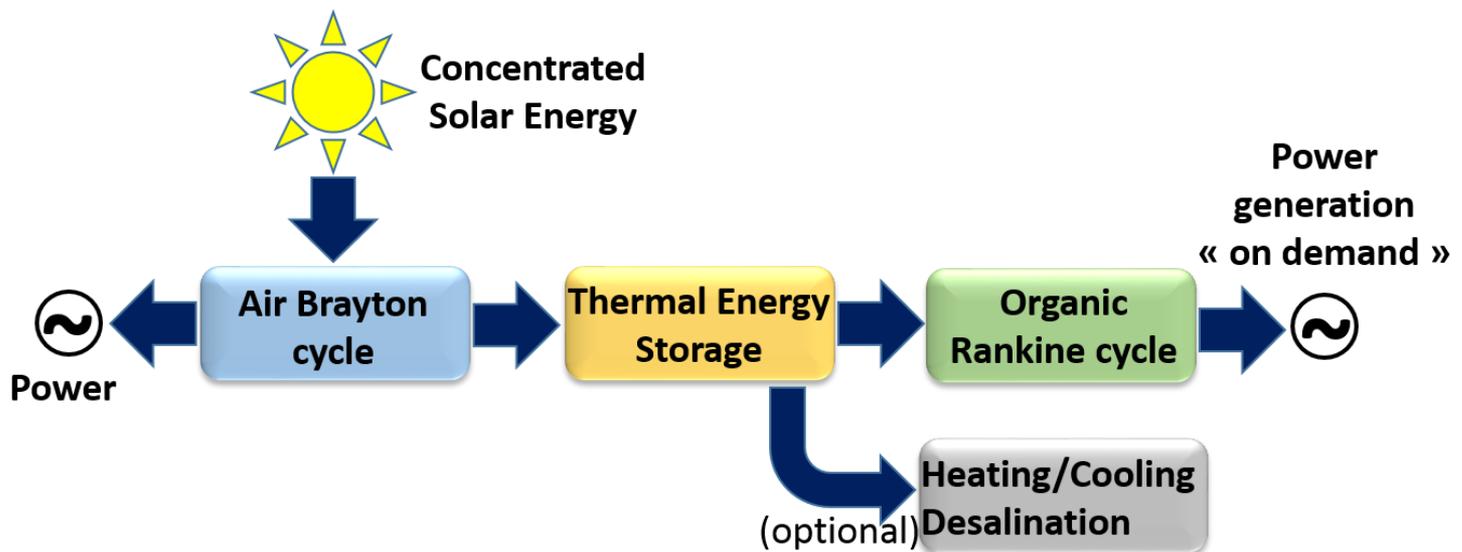
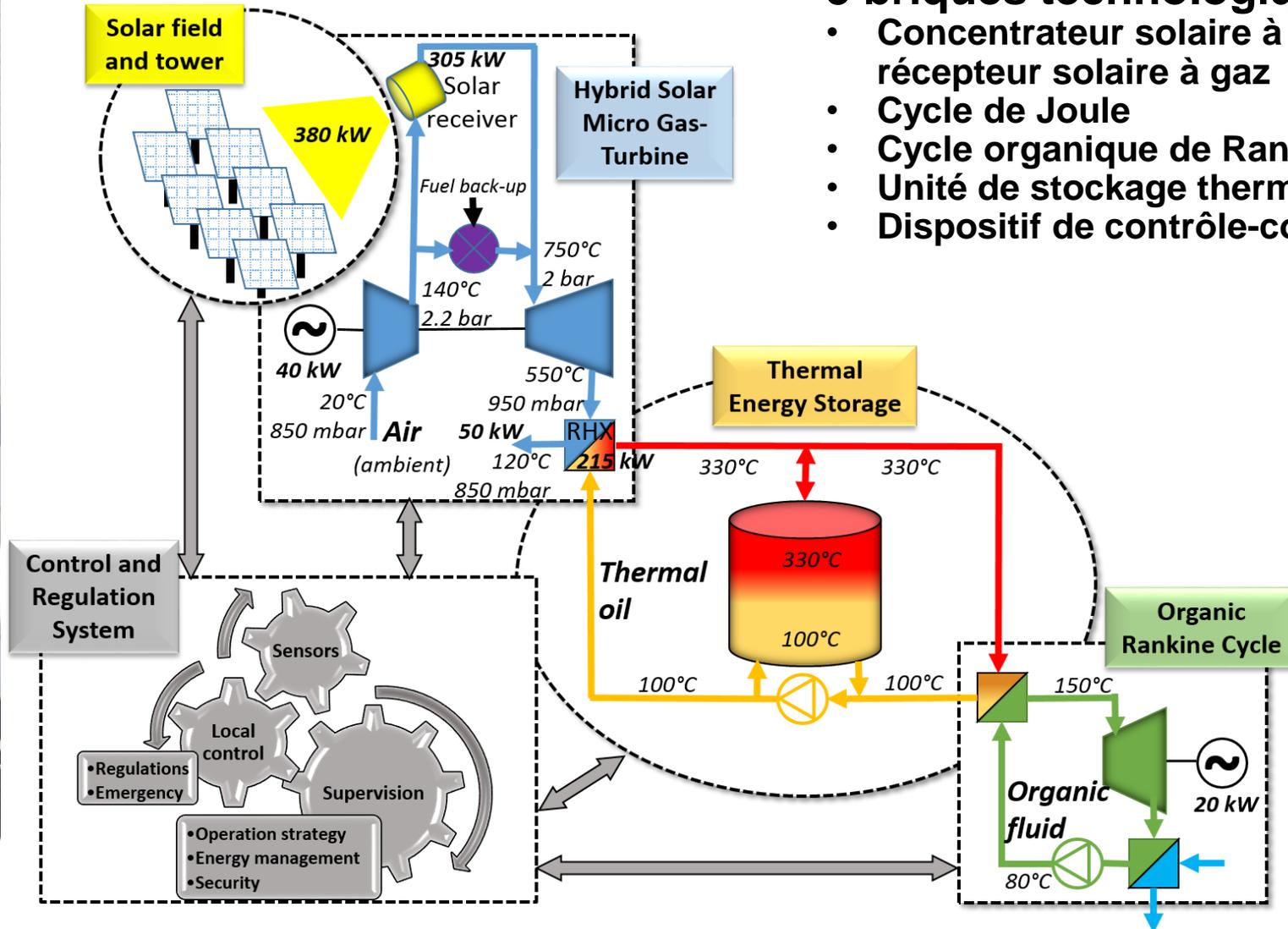


Figure 1: POLYPHEM Concept

# Concept

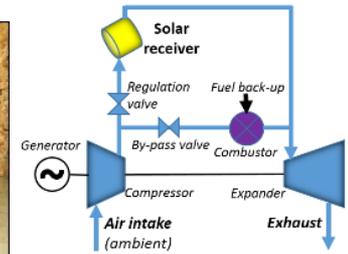
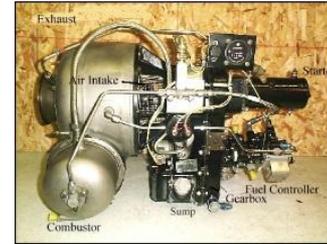
- 5 briques technologiques:**
- Concentrateur solaire à tour et récepteur solaire à gaz
  - Cycle de Joule
  - Cycle organique de Rankine
  - Unité de stockage thermique
  - Dispositif de contrôle-commande



# Défis/Objectifs

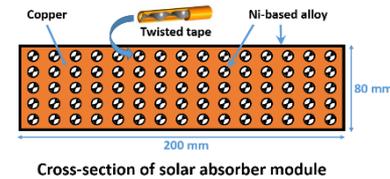
- Hybrider et expérimenter une micro-turbine à gaz

- ✓ Modèle: Garrett GT30-67
- ✓ Mode opératoire principal: 100% solaire



- Développer et expérimenter un récepteur solaire à air pressurisé

- ✓ Technologie absorbeur brevetée CEA/CNRS (Mini-Pegase)
- ✓ Sélection matériaux (propriétés thermo-optiques et mécaniques)
- ✓ Design distributeurs & collecteurs



- Développer et expérimenter un dispositif de stockage thermique à thermocline

- ✓ Cuve en béton
- ✓ Solution de garnissage privilégiée: béton

- Concevoir et expérimenter les échangeurs de chaleur pour la récupération turbine et pour l'évaporateur du cycle organique de Rankine

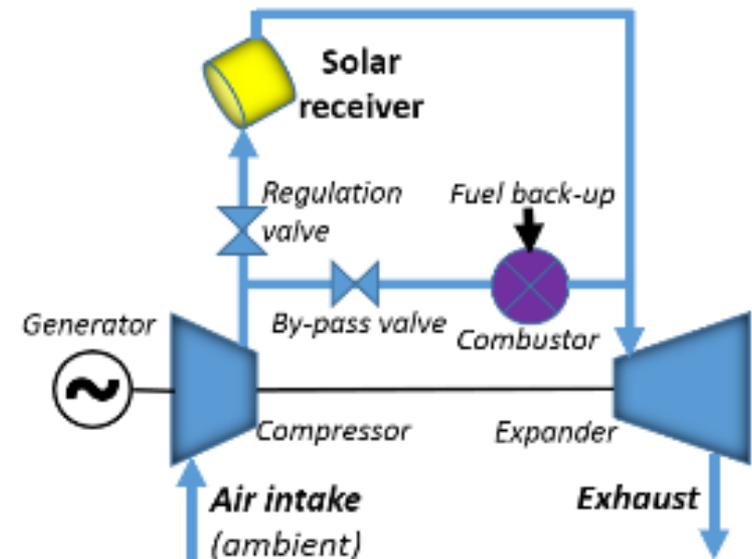
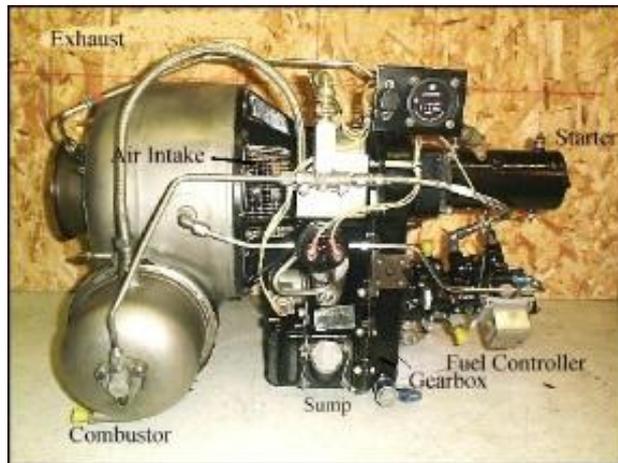
- Développer le système de contrôle

- ✓ Stabiliser les régimes de fonctionnement
- ✓ Sécurité de l'installation

- Développer et valider un modèle techno-économique de la filière

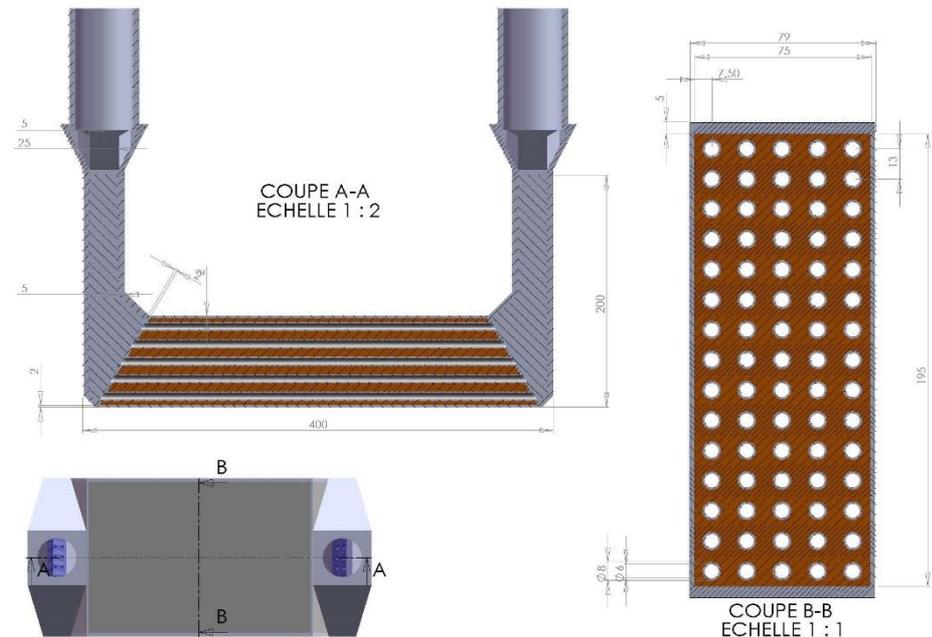
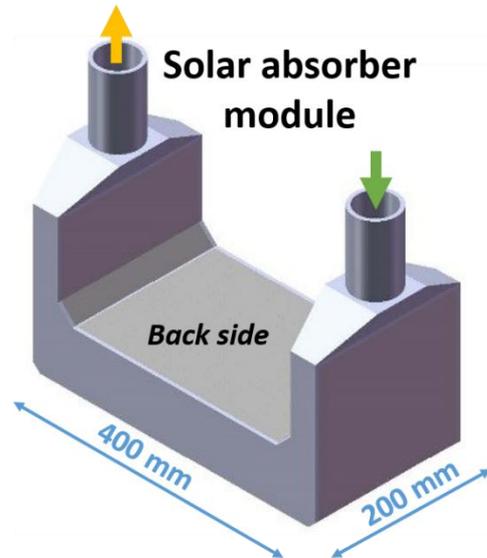
# Hybrider et expérimenter une micro turbine à gaz

- Modèle: Garrett GT30-67
- Conception des circuits d'air
- Organes de contrôle et régulation (vannes)
- Principal mode opératoire: 100% solaire



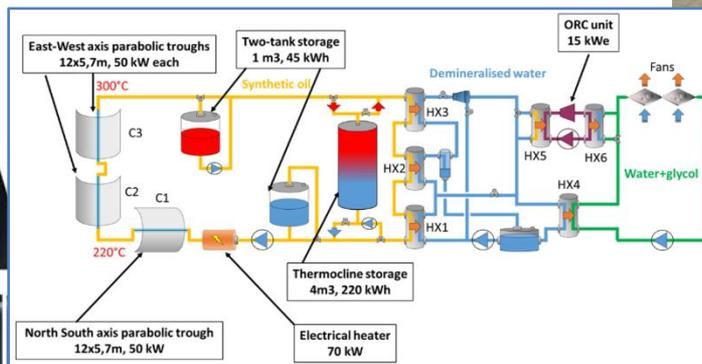
# Développer et valider un récepteur solaire à air pressurisé

- Technologie brevetée par le CEA & CNRS
- Sélection des matériaux (comportement mécanique et thermo-optique)
- Conception des collecteurs et distributeurs

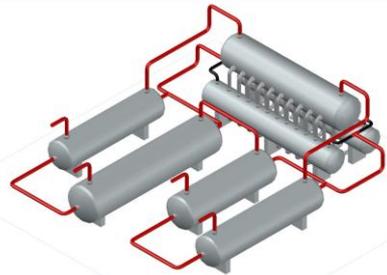


# Développer et valider un système de stockage thermique à thermocline

- Réservoir en béton
- Garnissage en béton
- Fluide de transfert: huile thermique
- Pre-test sur le banc d'essai "Microsol-R" du CNRS



# Concevoir et tester un récupérateur de chaleur et un évaporateur de fluide organique



Source: <http://www.aalborgcsp.com>



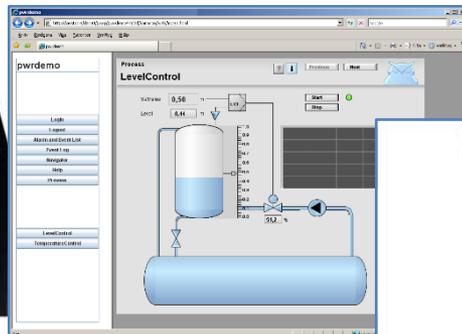
- Echangeur HT: gaz d'échappement / huile thermique
- Echangeur BT: huile thermique / fluide organique

Source: <http://www.orcan-energy.com>



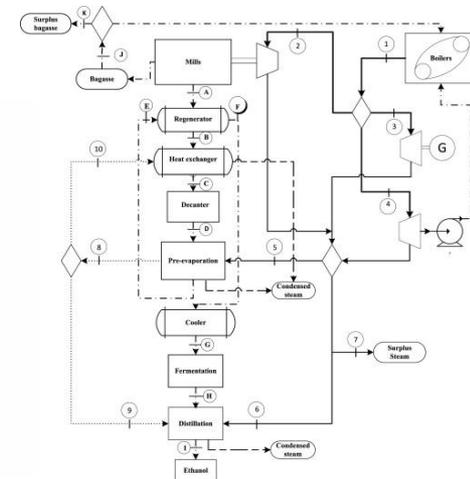
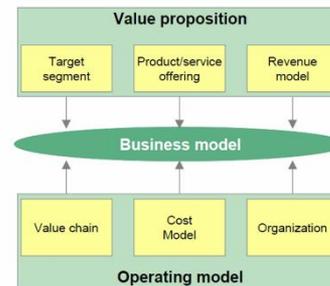
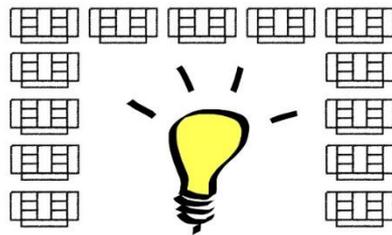
# Développer le système de contrôle

- Intégration de contrôleurs locaux dans un contrôleur central de haut niveau (SCADA)
- Stabiliser les régimes de fonctionnement (régime nominal et charges partielles)
- Sûreté et sécurité de l'installation



# Développer et valider un modèle techno-économique pour la technologie POLYPHEM

- Echelle: du composant à la centrale
- Analyse de système: optimisation techno-économique
- Evaluation des performances
- Analyse de cycle de vie



# Cibles-clés

- Coût d'investissement <5€/W
- Coût de production électricité (ressource 2050 kWh/m<sup>2</sup>/an) 21 c€/kWh
- Mode opératoire 100% solaire
- Production électrique flexible
- Efficacité du récepteur solaire >80%
- Coût du récepteur solaire 0,4 €/W
- Coût du stockage thermique 28 €/kWh



**POLYPHEM**  
THE FUTURE OF SMALL-SCALE CSP PLANTS

**Merci !**

[alain.ferriere@promes.cnrs.fr](mailto:alain.ferriere@promes.cnrs.fr)  
<http://promes.cnrs.fr>