

11-12  
OCTOBRE  
2024

enerGaia  
Forum des énergies renouvelables



Rassemblons  
nos énergies !

# STOCKAGE THERMIQUE EN FRANCE : OÙ EN EST-ON ?

Philippe PAPILLON



# Enerplan et SOCOL

Depuis 1983

## Enerplan, le syndicat des professionnels de l'énergie solaire

- Représente et défend les intérêts des professionnels (PV + ST)
- Des membres sur l'ensemble de la chaîne de création de valeur
- Missions : animer, structurer et développer la filière solaire française

## SOCOL, la plateforme collaborative pour la chaleur solaire collective

- Avec le soutien initial de l'ADEME, et de GRDF depuis 2013
- Des milliers d'acteurs mobilisés : experts du ST collectif et maîtres d'ouvrage
- Missions : élaborer des outils et diffuser les bonnes pratiques pour développer la chaleur solaire collective

Depuis 2009

# LE STOCKAGE THERMIQUE

Un **maillon essentiel de la décarbonation** pour :

- lisser les puissances appelées
- pallier l'intermittence des besoins et/ou des ressources

Souvent indispensable avec l'utilisation des énergies renouvelables et de récupération

Mais souvent négligé/méconnu car :

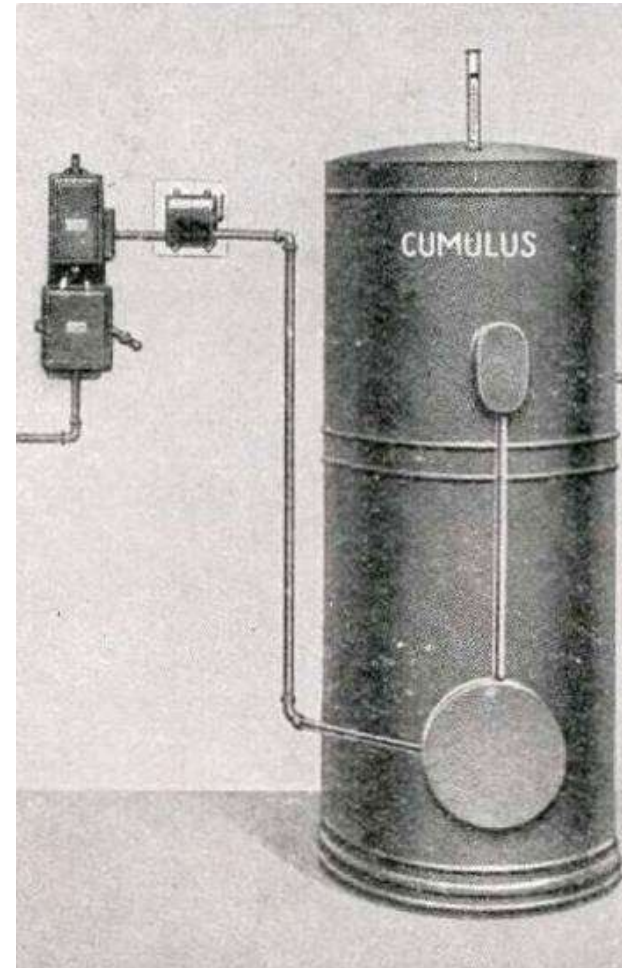
- disponibles sous de multiples technologies
- à l'interface entre besoins de chaleur et génération
- avec des modèles économiques pas toujours simples à appréhender

## Le stockage thermique le plus connu et le plus diffusé

Dès 1915, on invente le premier chauffe-eau électrique à accumulation. Celui-ci permet de chauffer l'eau lorsque l'électricité est disponible à tarif réduit, soit la nuit.

La production des chauffe-eau se fait dans l'usine de Saint Louis dans le Haut Rhin (\*)

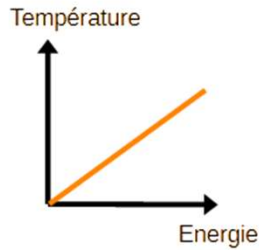
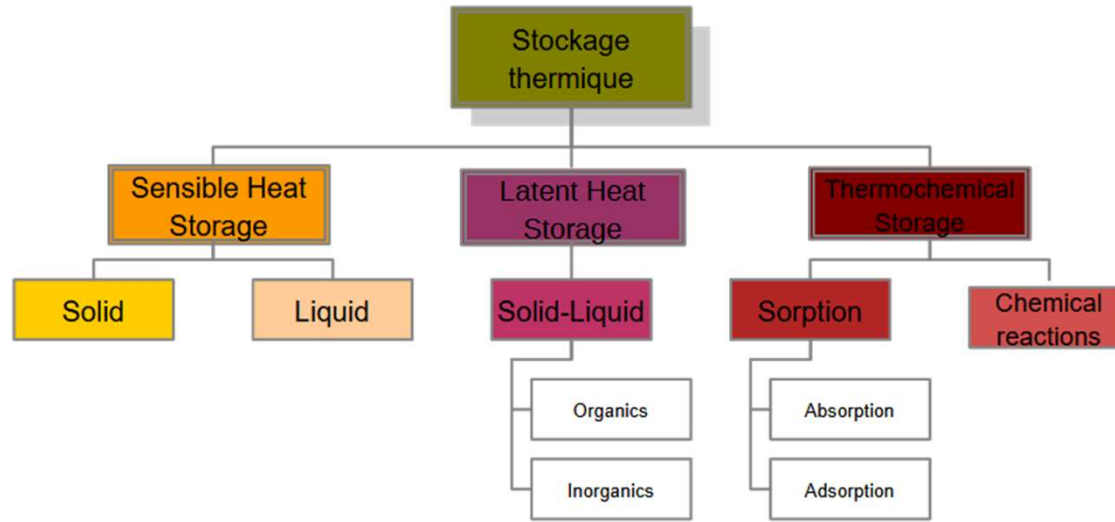
Avec un parc de plus de 15 millions d'unités pour 37 millions de logements en 2020, le chauffe-eau électrique à accumulation à effet Joule (notés CE) est le système de production d'ECS le plus répandu. (\*\*)



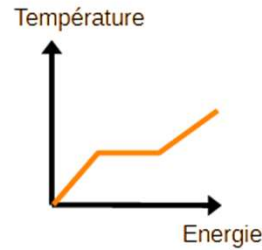
Rassemblons  
nos énergies !

# Les technologies de stockage thermique

De multiples variantes technologiques avec des degrés de maturités variés



Majoritairement Mature

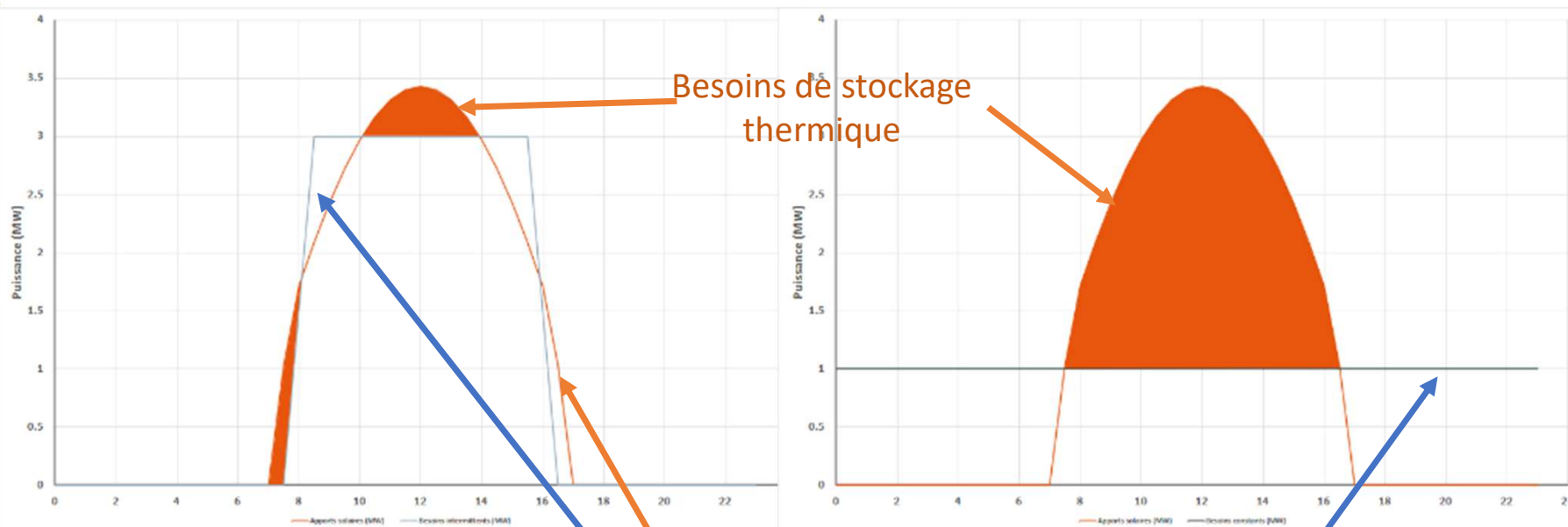


Majoritairement  
Démonstration

Recherche

# Les fonctions du stockage thermique : pallier l'intermittence

## Exemple avec le solaire thermique

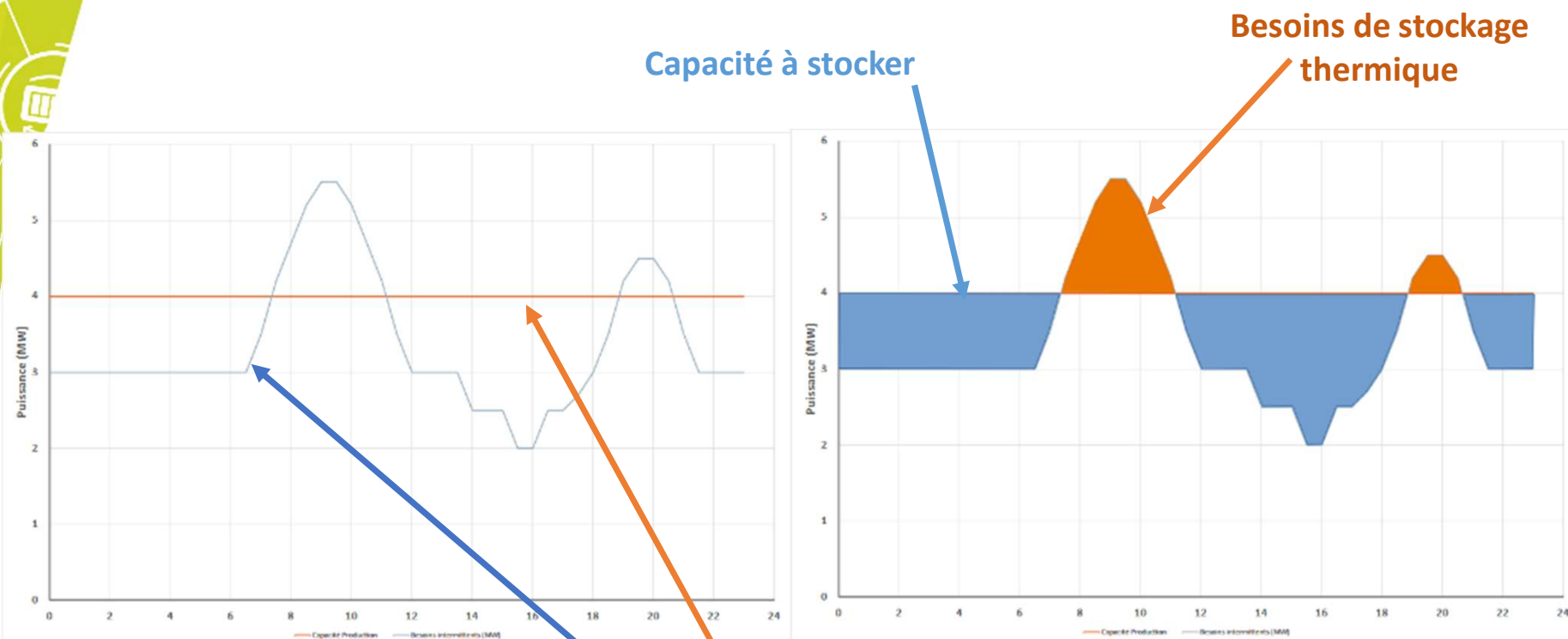


Courbe de production

Courbe de consommation

Rassemblons nos énergies !

# Les fonctions du stockage thermique : limiter les puissances installées



Capacité de production  
Courbe de consommation

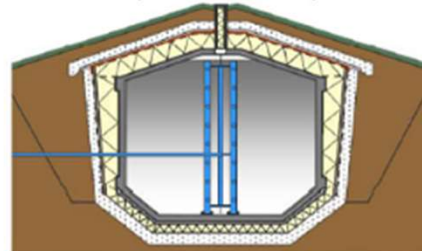
Rassemblons  
nos énergies !

# Le stockage thermique : quelques configurations de stockage sensible

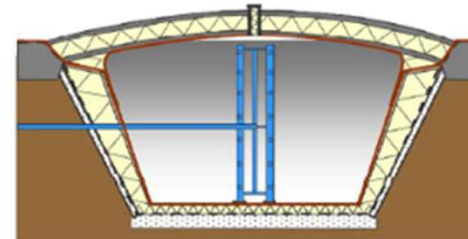
- Court terme



Tank thermal energy storage (TTES)  
(60 to 80 kWh/m<sup>3</sup>)

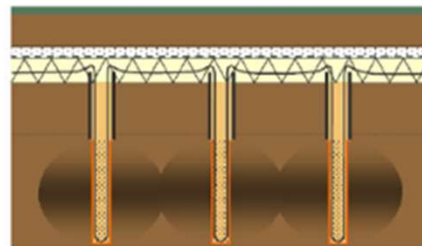


Pit thermal energy storage (PTES)  
(60 to 80 kWh/m<sup>3</sup>)

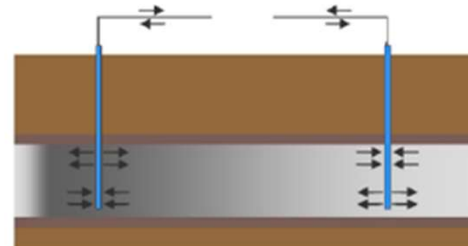


- Long terme

Borehole thermal energy storage (BTES)  
(15 to 30 kWh/m<sup>3</sup>)



Aquifer thermal energy storage (ATES)  
(30 to 40 kWh/m<sup>3</sup>)





## Le stockage thermique : les facteurs clés

Les facteurs clés principaux pour la sélection et le dimensionnement du stockage seront :

- La **puissance maximale** lors des phases de charge/décharge du stockage
  - Impact sur le dimensionnement des échangeurs
- La **quantité d'énergie à stocker**,
  - Impact sur la taille du stockage
- La **température de stockage et de déstockage**,
  - Impact sur la typologie du stockage et les matériaux mis en œuvre
  - Impact sur la sûreté des installations et les réglementations
- Le **nombre de cycles prévisibles** au cours de la durée de vie du stockage
  - Impact sur le coût du kWh stocké

Rassemblons  
nos énergies !

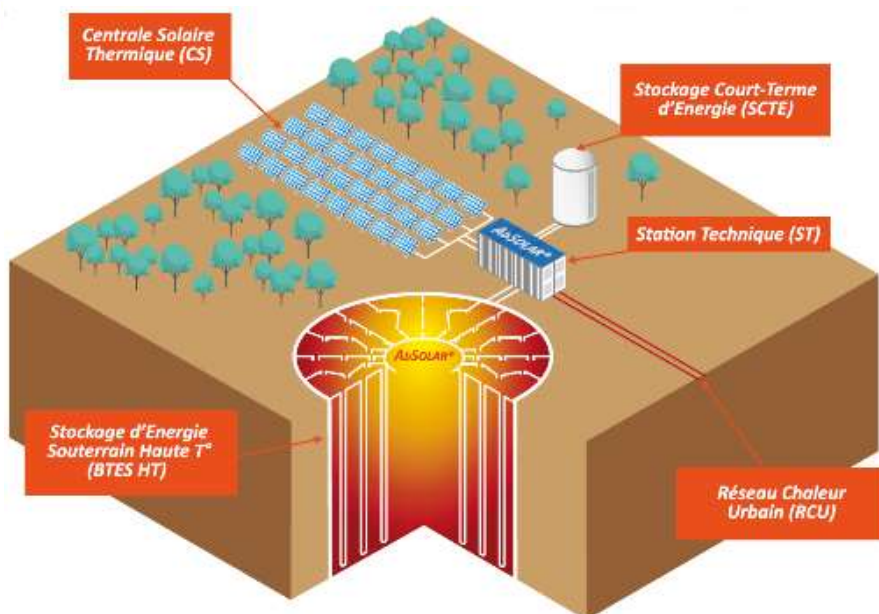
# STOCKAGE THERMIQUE : FOCUS SUR QUELQUES REALISATIONS EN FRANCE



## Stockage d'énergie souterrain à Cadaujac (Gironde)

- Technologie : champ de sondes géothermiques
- Volume : 10000 m<sup>3</sup>
- Plage de température : 20-50°C
- Energie stockée/destockée annuellement : 500 MWh

**AbSOLAR®**

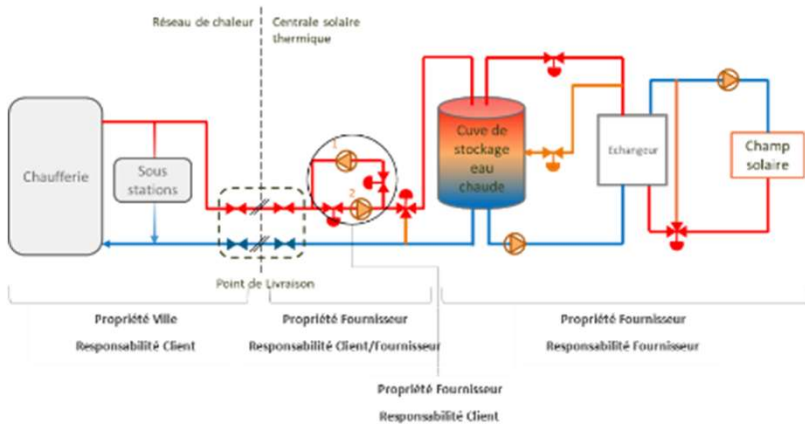


Rassemblons  
nos énergies !

# Cuve de stockage du réseau de chaleur de la ville de Narbonne

- Technologie : cuve d'eau à pression atmosphérique
- Volume : 1000 m<sup>3</sup>
- Plage de température : 55-95°C
- Capacité de stockage par cycle : 23 MWh
- Energie stockée/destockée annuellement : 1440 MWh

**newheat**  
fournisseur de chaleur renouvelable



Rassemblons  
nos énergies !

## Stockage en cuve en eau surchauffée à Grenoble

- Technologie : cuve d'eau sous pression (22 bar)
- Volume : 435 m<sup>3</sup> (en trois réservoirs)
- Plage de température : 145-175°C
- Capacité de stockage par cycle : 10 MWh



Rassemblons  
nos énergies !

## Récupération et stockage de chaleur dans l'industrie de la terre cuite

- Technologie : Echangeur/Stockeur céramique
- Plage de température : 350-600°C
- Capacité de stockage par cycle : 4.6 MWh
- Energie stockée/destockée annuellement : 2400 MWh

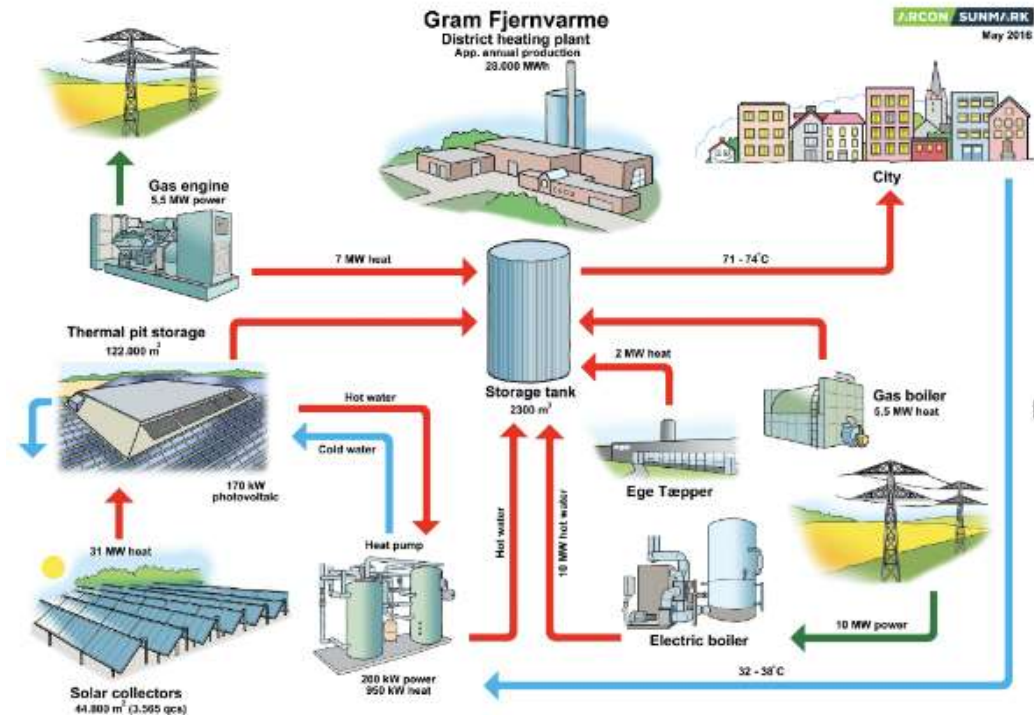


Rassemblons  
nos énergies !

# STOCKAGE THERMIQUE : UN EXEMPLE AU DANEMARK (parmi plein d'autres ...)

## Réseau de chaleur de Gram : Les stockages au cœur du réseau

- Stockage court terme : cuve d'eau de 2300 m<sup>3</sup>
- Stockage long terme : Stockage en fosse (Pit Storage) de 122 000 m<sup>3</sup>



Rassemblons nos énergies !



## STOCKAGE THERMIQUE : LA SUITE

Publication prévue fin 2024/début 2025 dans le cadre d'un groupe de travail piloté par SOCOL avec un objectif multi-sectoriel et multi-technologies

- Livret technique sur les différentes applications et technologies de stockage
- Recueil de retour d'expériences avec des fiches réalisation

Vous avez un retour d'expérience à partager,  
n'hésitez pas à contacter  
[edwige.porcheyre@enerplan.asso.fr](mailto:edwige.porcheyre@enerplan.asso.fr).

# Des questions ?

