

OST

Ostschweizer
Fachhochschule

Stockage thermique saisonnier Opportunités pour l'industrie des graviers et du béton

Session d'hiver 2024

Florian Ruesch OST
Fleury De Oliveira Filho UNIGE



INSTITUT FÜR
SOLARTECHNIK



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

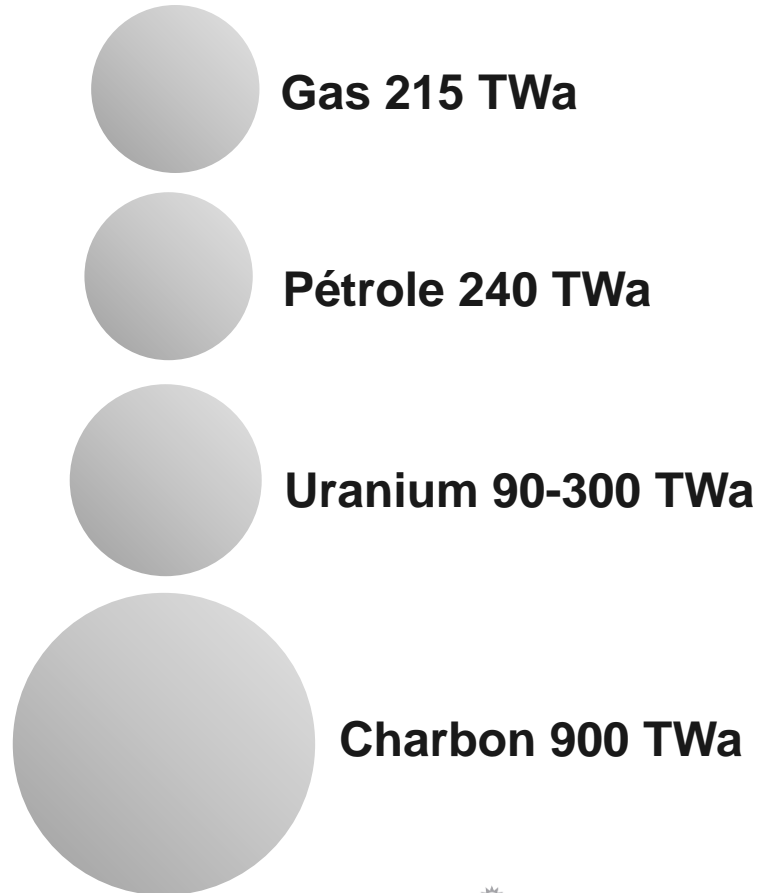
Contenu de la présentation

- Introduction
- Stockage en pit
- Projet SwissSTES
- Contraintes
- Exemples de fonctionnement
- Potentiel et opportunités

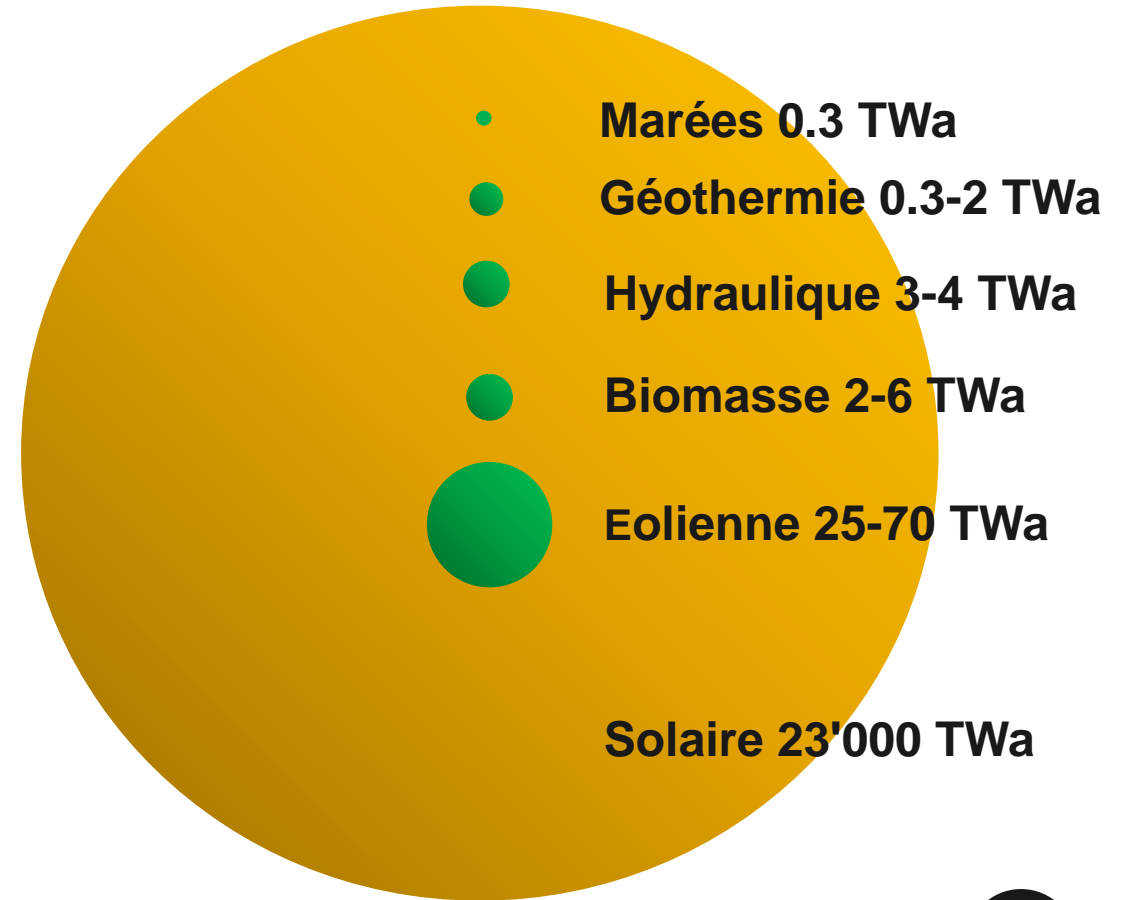
Introduction - L'énergie dans le monde

Réserves fossiles

Consommation
16 TWa

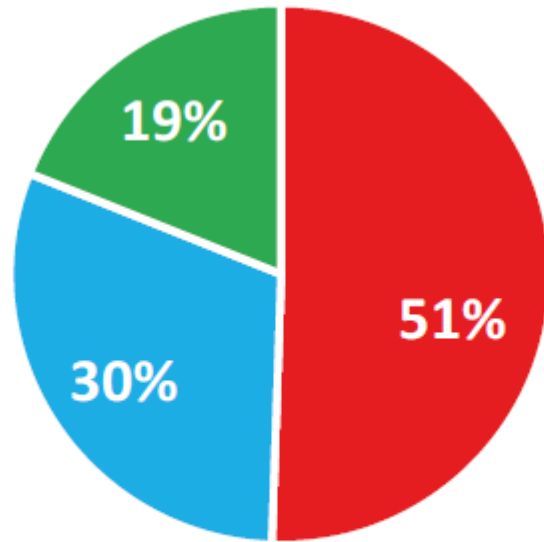


Potentiel des énergies renouvelables annuel



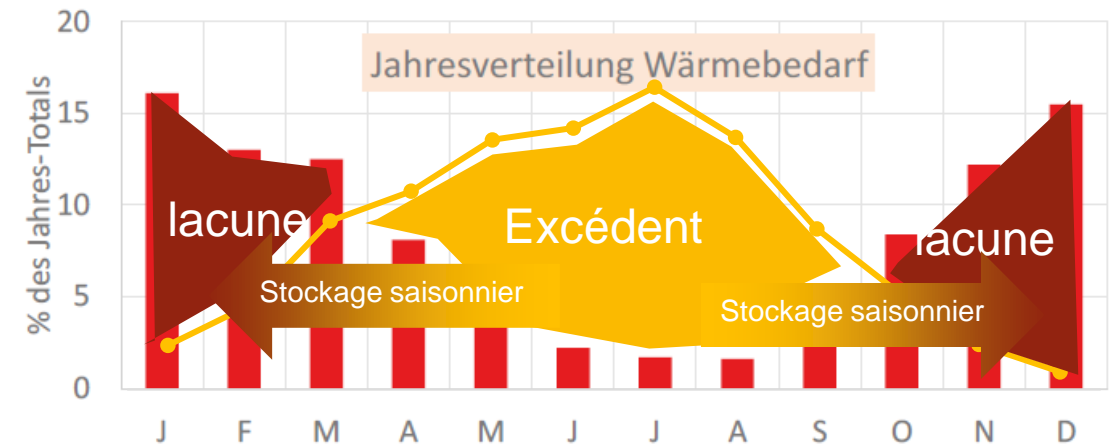
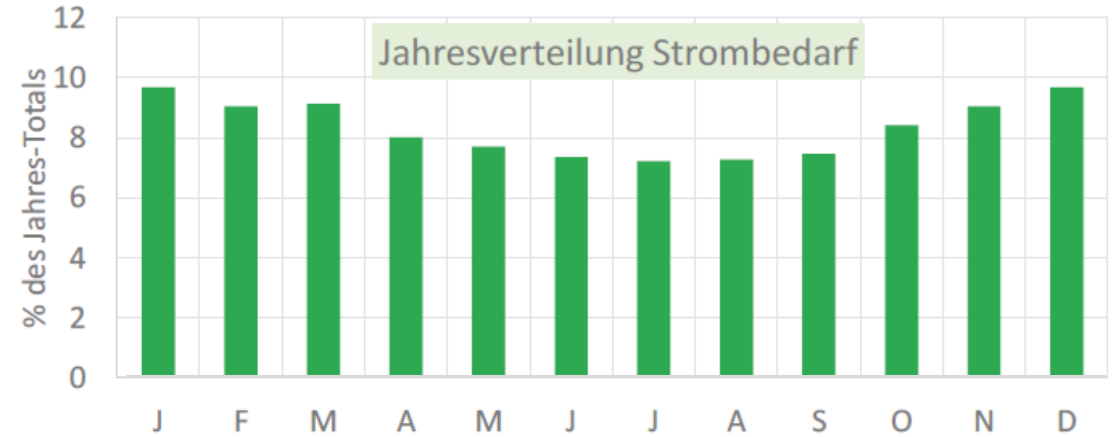
Un grand besoin de chaleur en hiver

Consommation énergétique de la Suisse



■ Chaleur ■ Mobilité ■ Électricité

Source: Haller et al. Saisonale Wärmespeicher- Stand der Technik und Ausblick, AEE Suisse
Produktionsdaten: energy-charts.ch



● solaire



INSTITUT FÜR SOLARTECHNIK



Stockage saisonnier de la chaleur solaire



Stockage saisonnier de chaleur solaire pour les réseaux de chaleur



Stockage en pit: Høje-Tåstrup



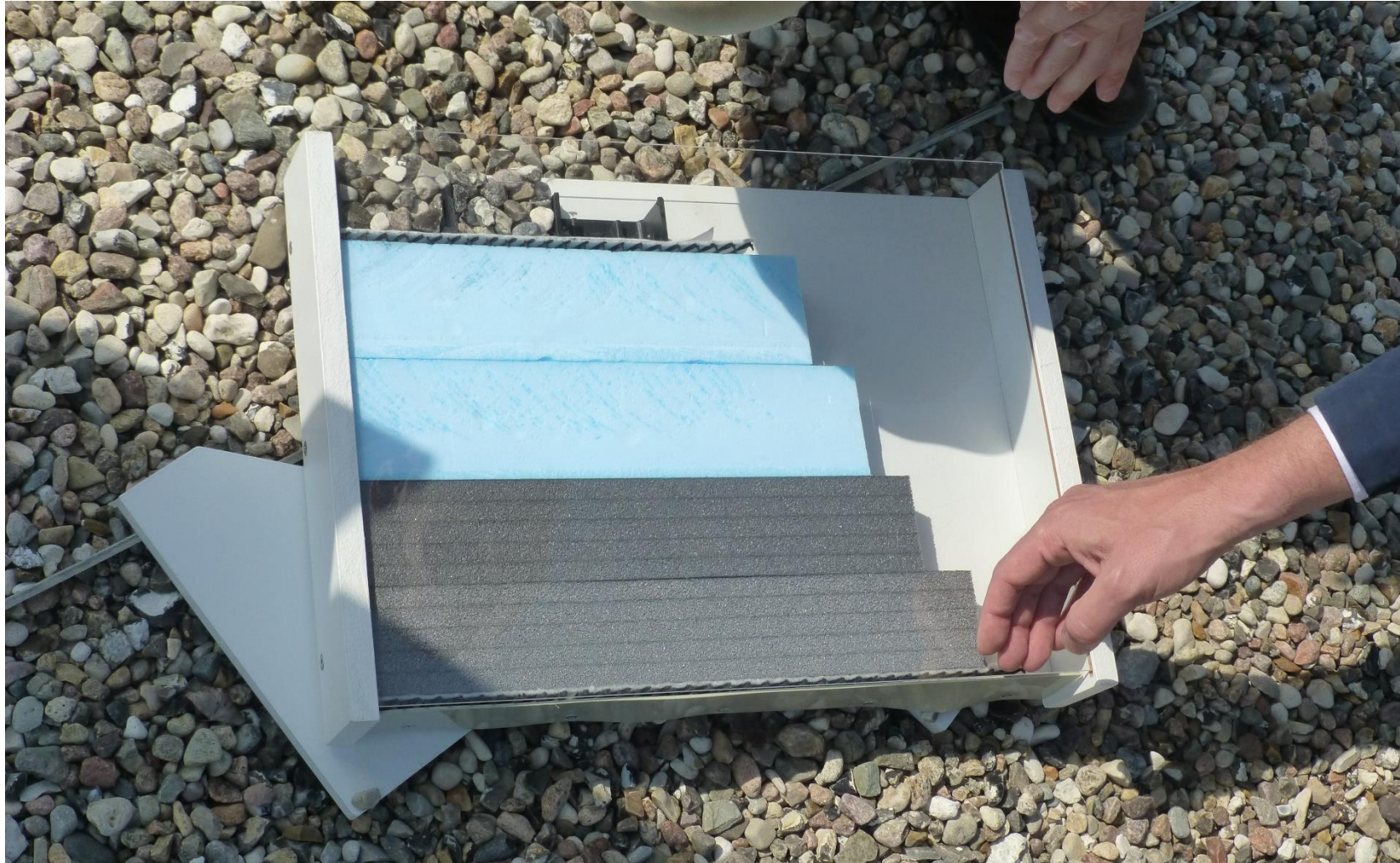
Stockage en pit: Høje-Tåstrup



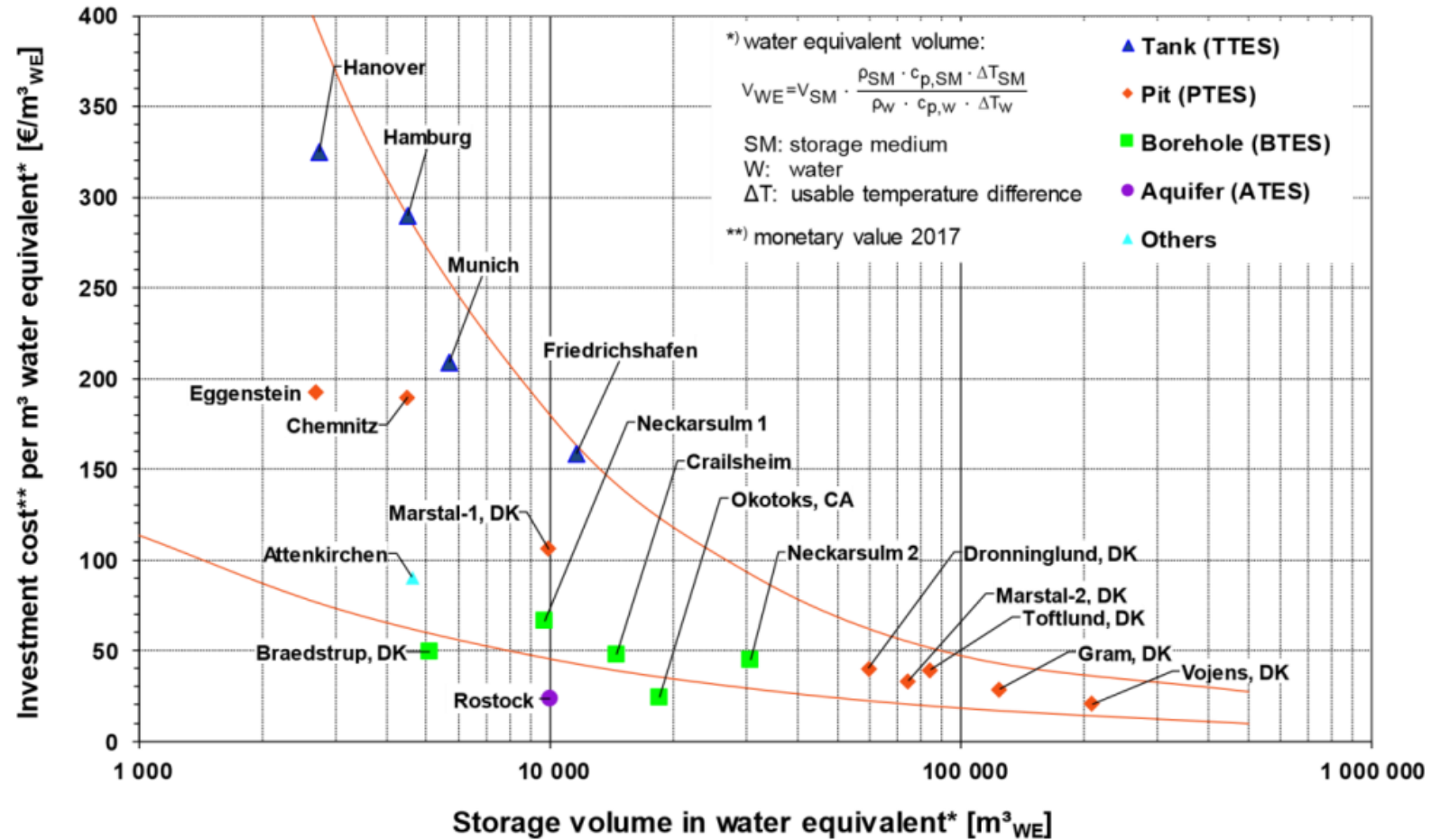
Stockage en pit: Høje-Tåstrup



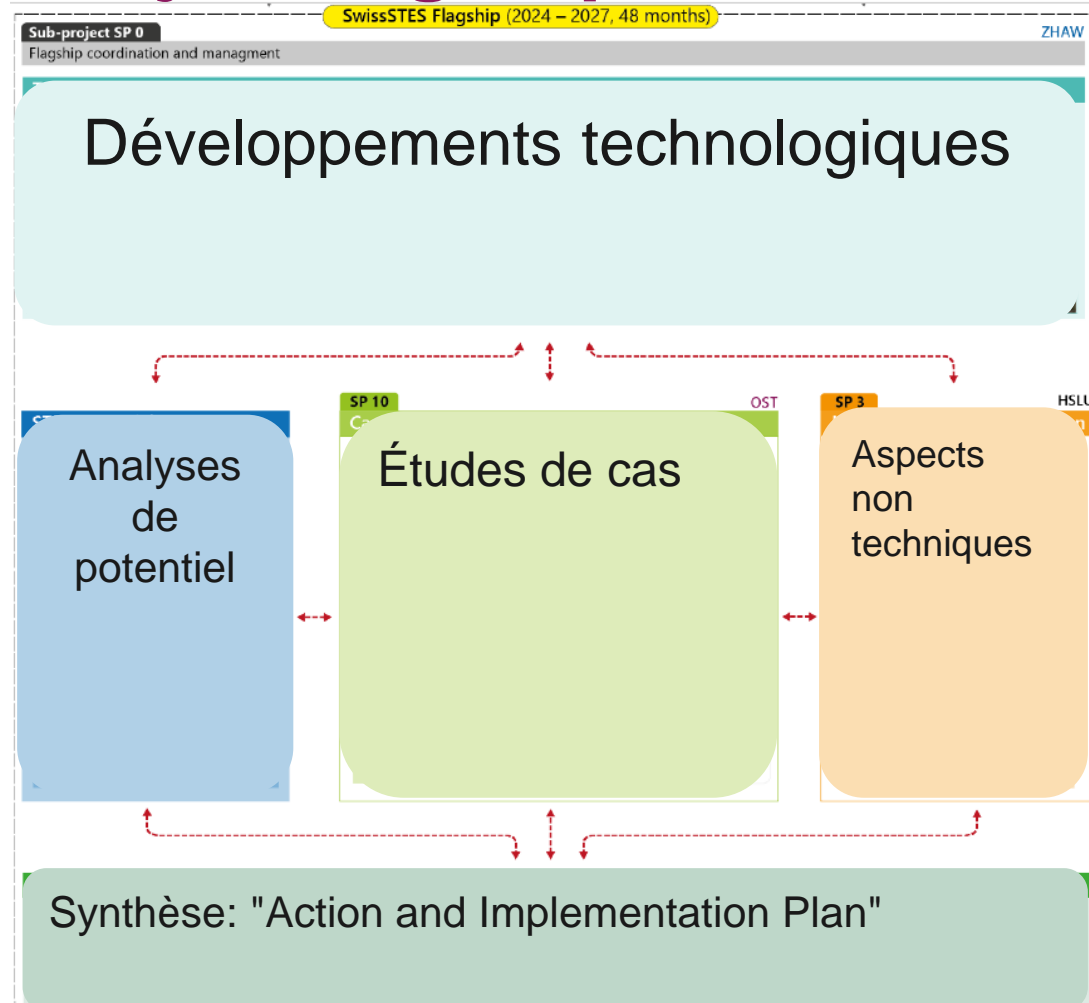
Stockage en pit: Høje-Tåstrup



Coûts bas pour les réservoirs en pit



Projet Flagship SwissSTES



Durée: 2024-2027

Budget: >9 Mio. CHF

Collaborateurs: >30

Sous-projet : Grands réservoirs saisonniers dans les zones d'extraction de gravier

Participe ASGB et OST

Problèmes à résoudre :

- Analyse du potentiel
- Obstacles et possibilités techniques
- Obstacles et possibilités juridiques/d'aménagement du territoire
- Concurrence et synergies avec la mise en décharge
- Possibilités d'utilisation de la couverture

Objectifs :

- Élaboration de directives pour les membres
- Mise en route d'installations pilotes



Contraintes

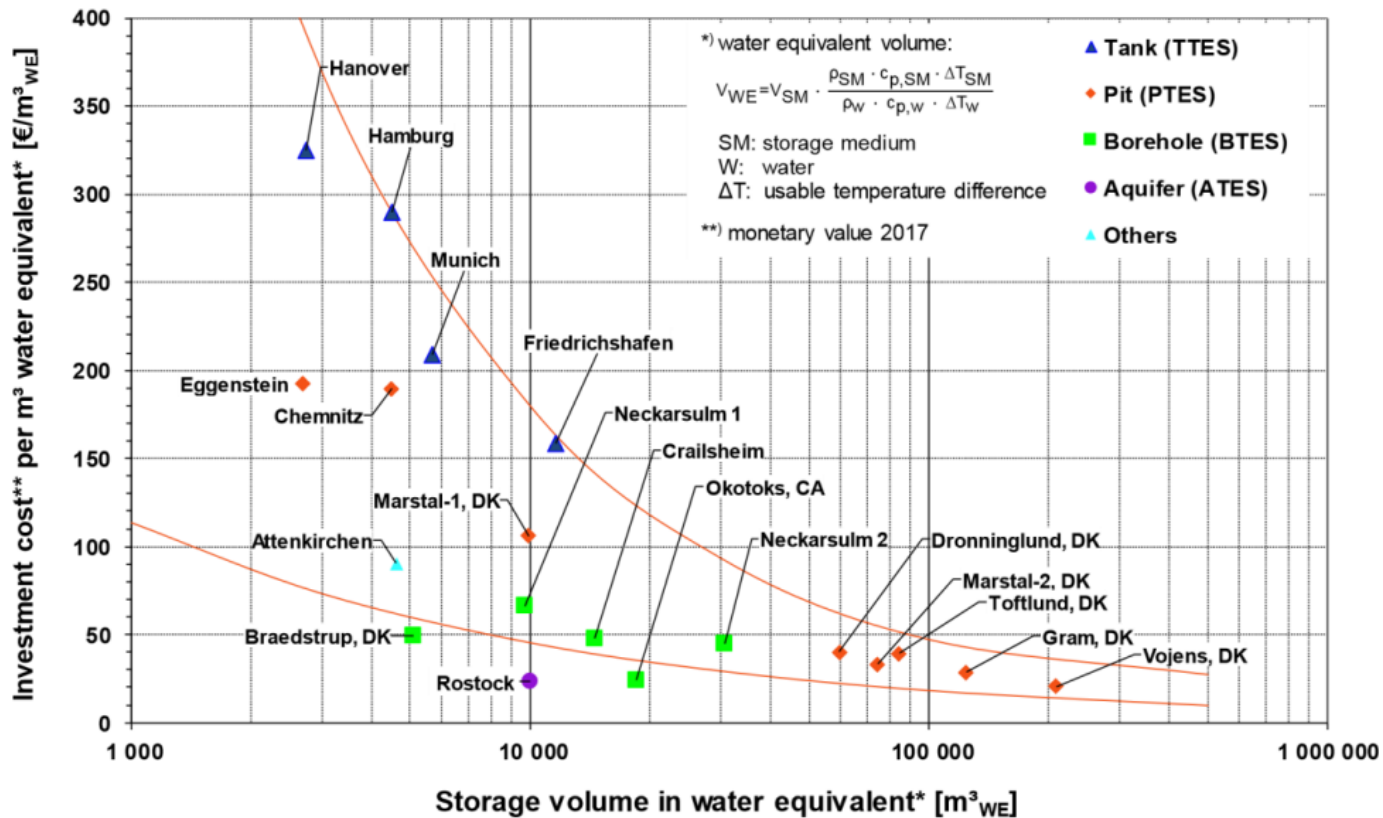
Contraintes à vaincre

- Financière

Prix de revente concurrentielle

Contraintes à vaincre

- Financière



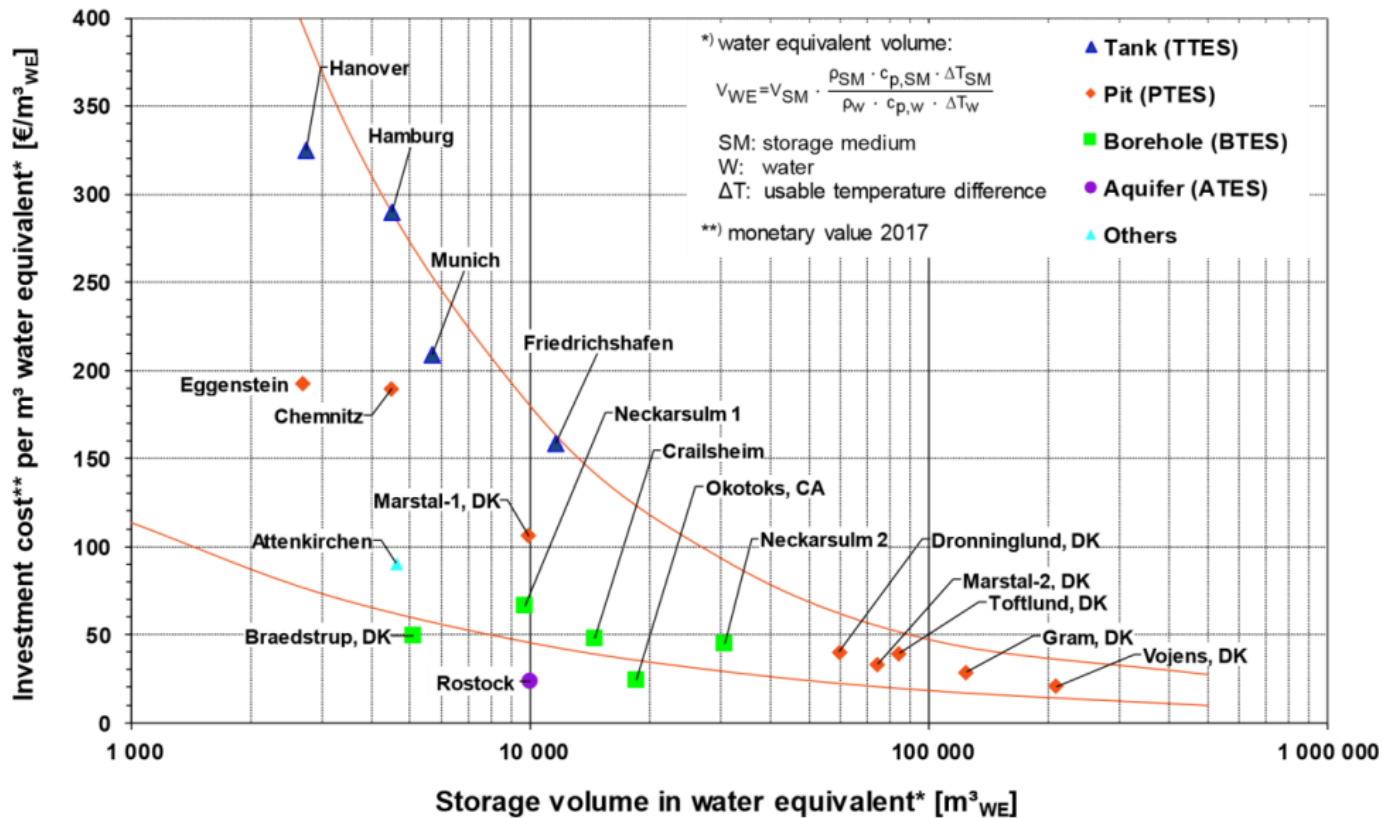
PlanEnergi, 2019

Prix de revente concurrentielle

- Construction

Contraintes à vaincre

- Financière



PlanEnergi, 2019

Prix de revente concurrentielle

- Construction
- Achat/production chaleur

/!\ Pertes énergie

Contraintes à vaincre

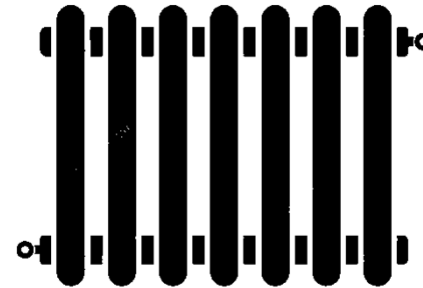
- Financière
- Température



~ 90°C



30-40°C
(production à 70°C)

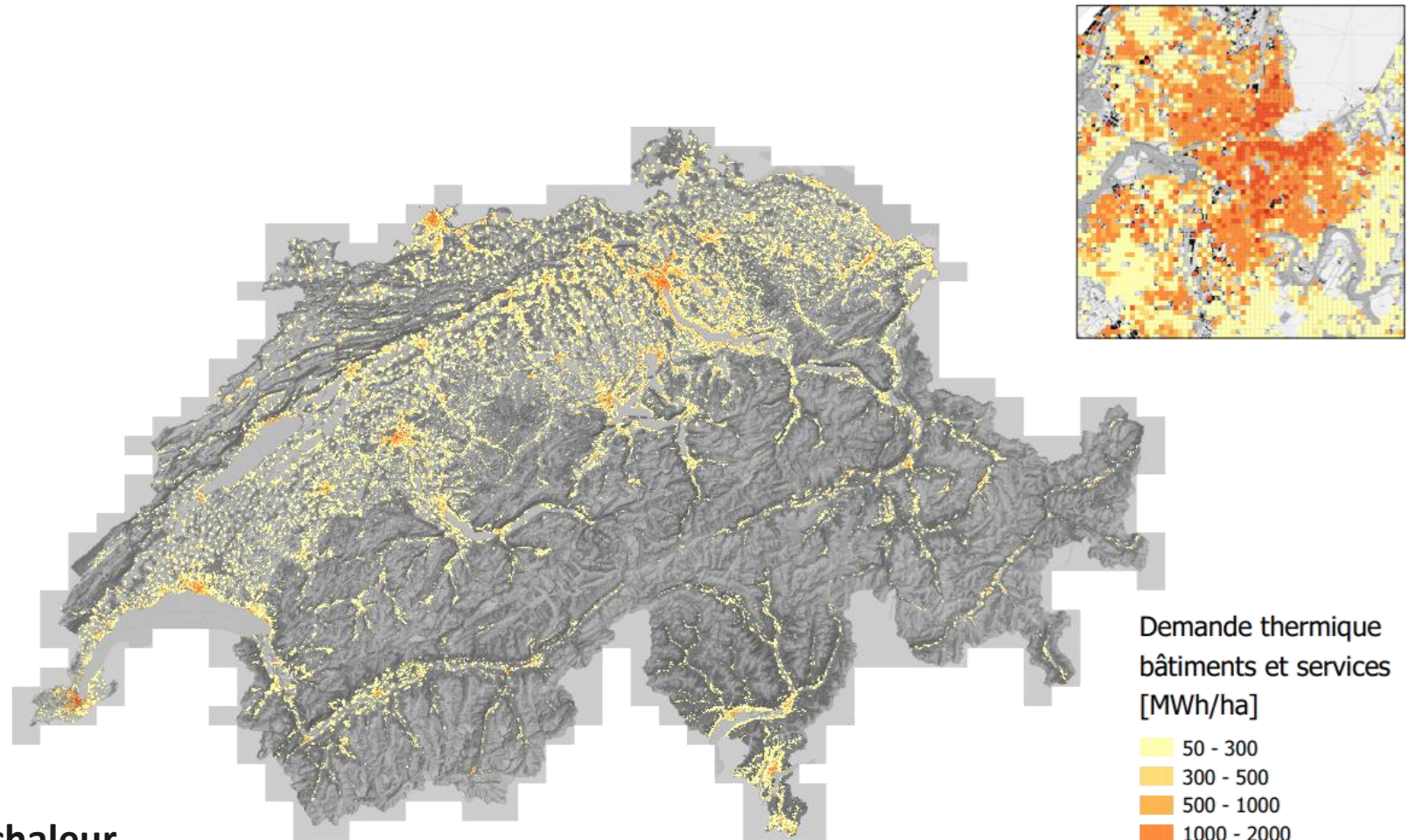


20-22°C
(production à 35-60°C)

Le stock doit produire à la **bonne température**

Contraintes à vaincre

- Financière
- Température
- Marché d'acheteurs



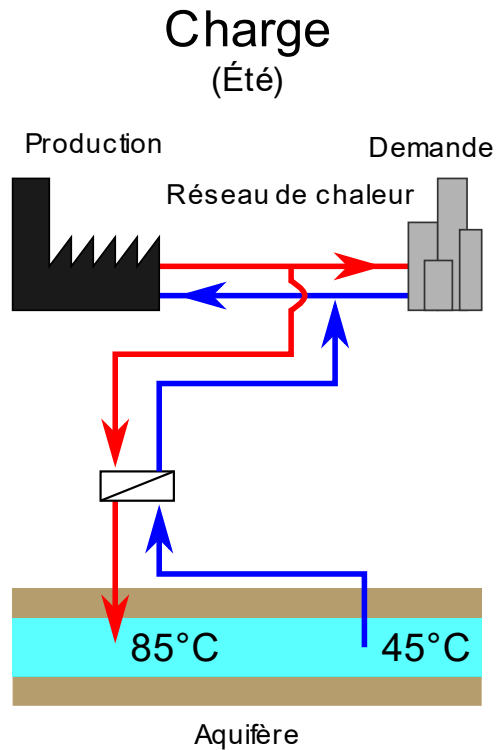
OFEN, 2022

Le stock doit se trouver à
proximité des centres de demande de chaleur
(zones développement réseaux thermiques)

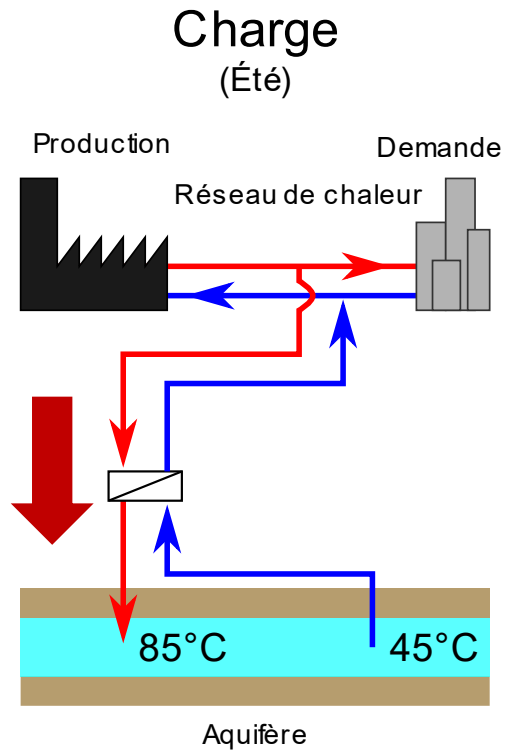
0 25 50 75 100 km

Exemple de fonctionnement

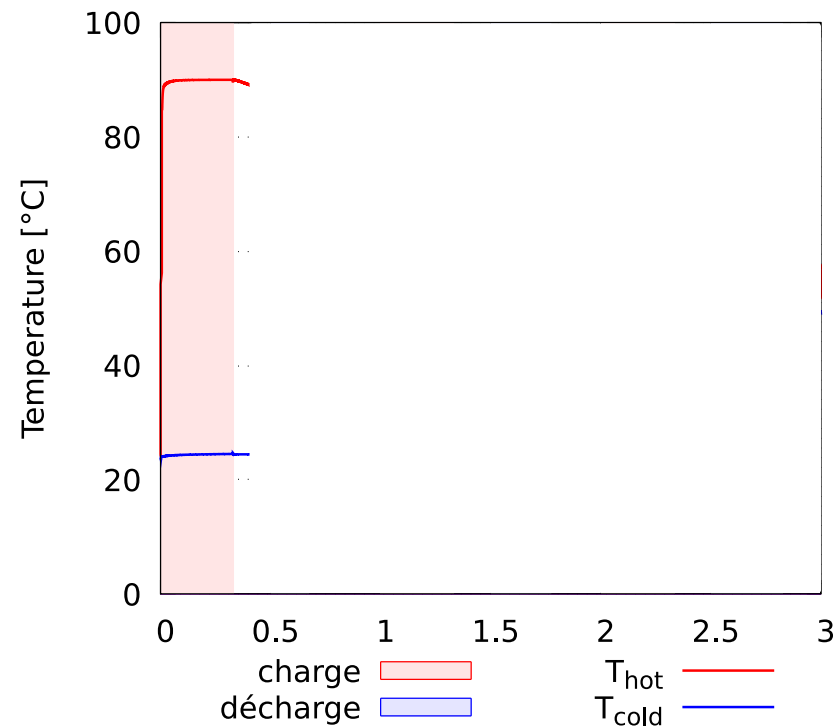
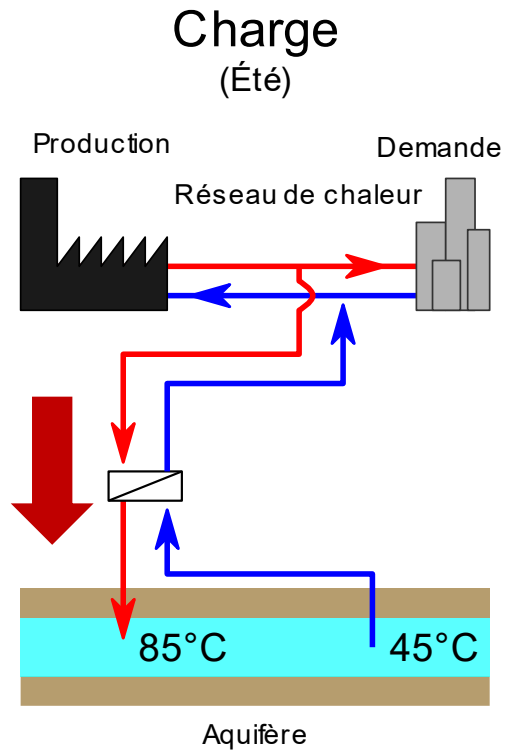
Exemple de fonctionnement sur aquifère



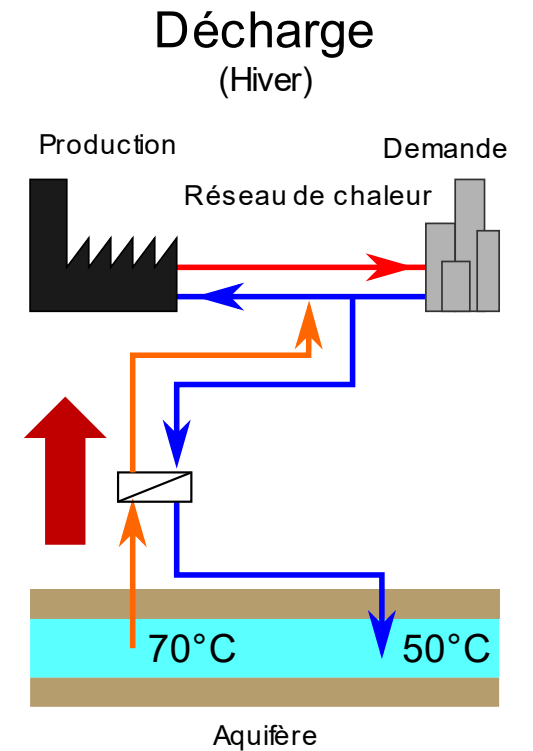
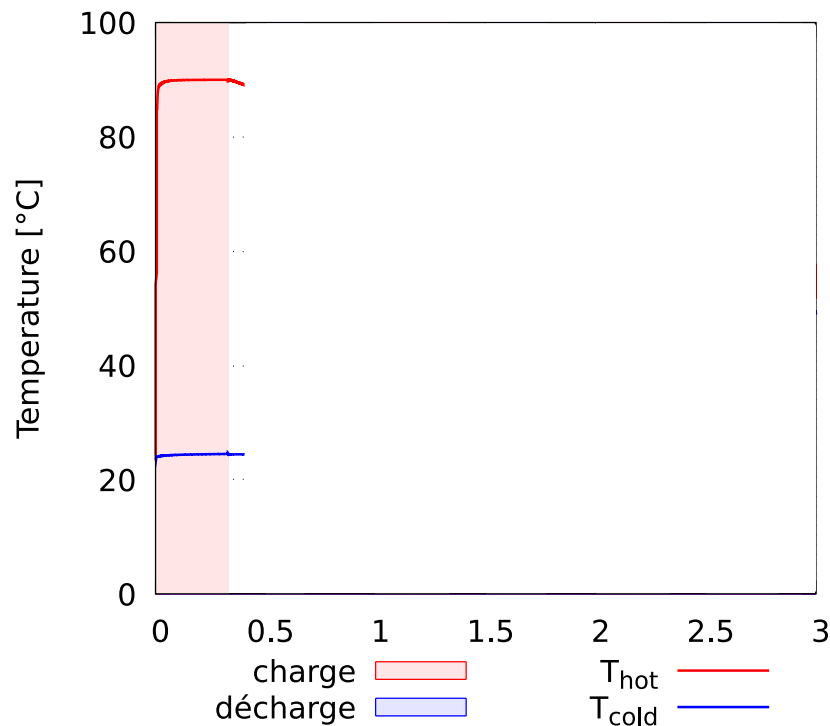
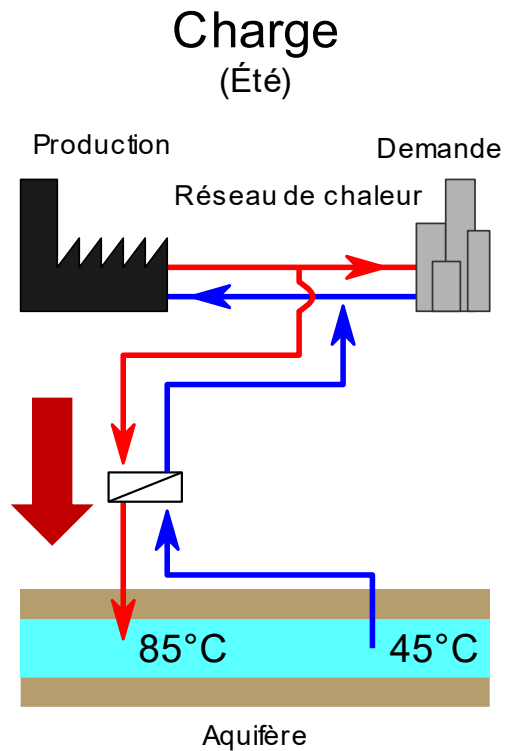
Exemple de fonctionnement sur aquifère



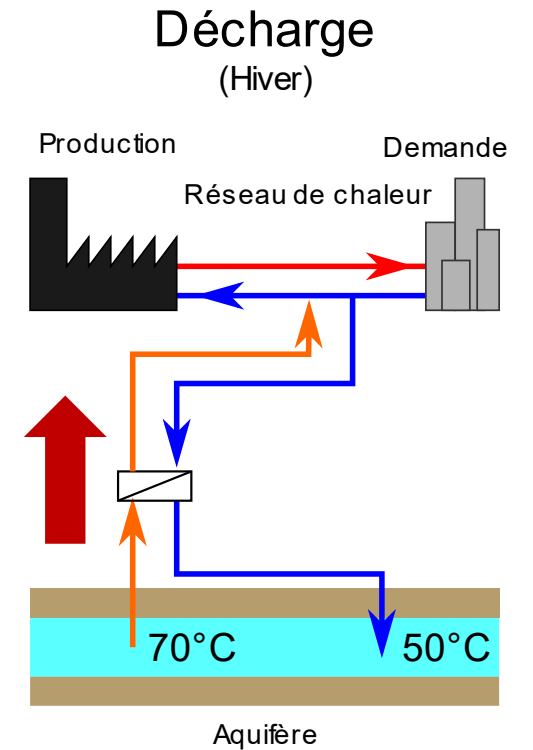
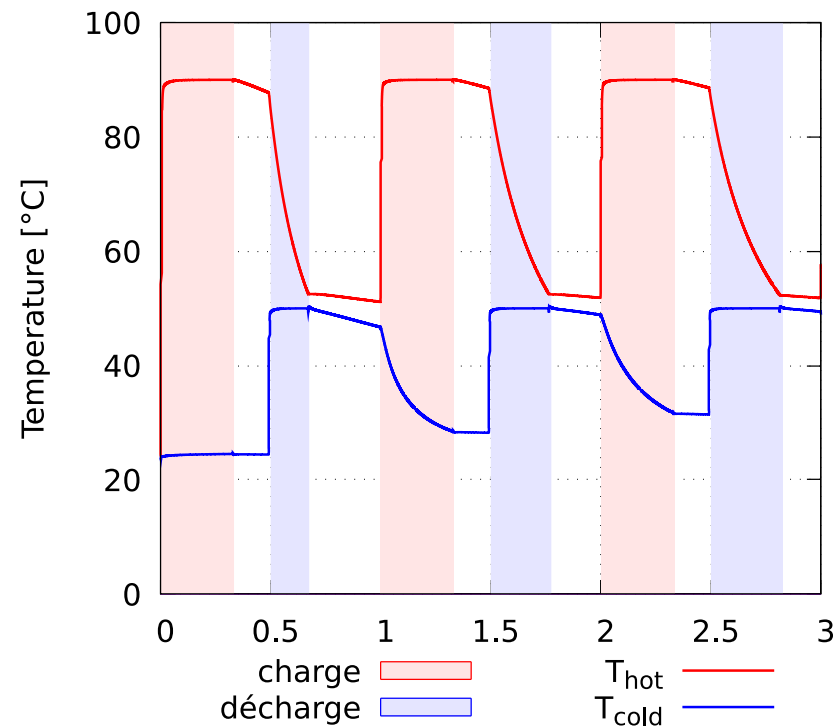
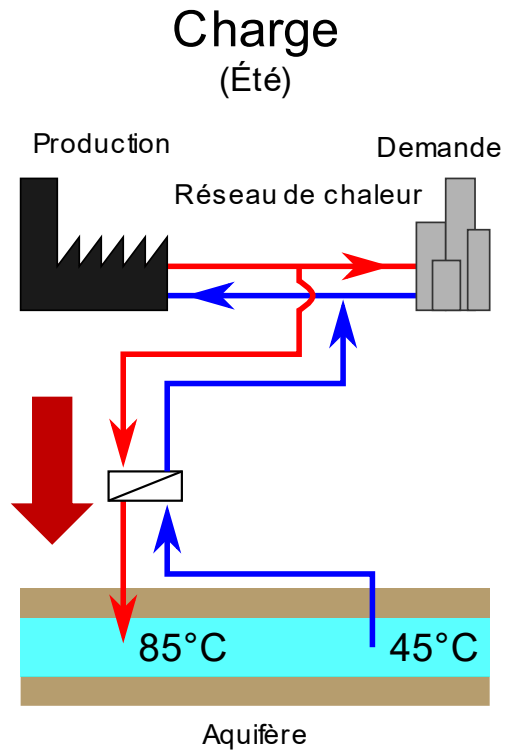
Exemple de fonctionnement sur aquifère



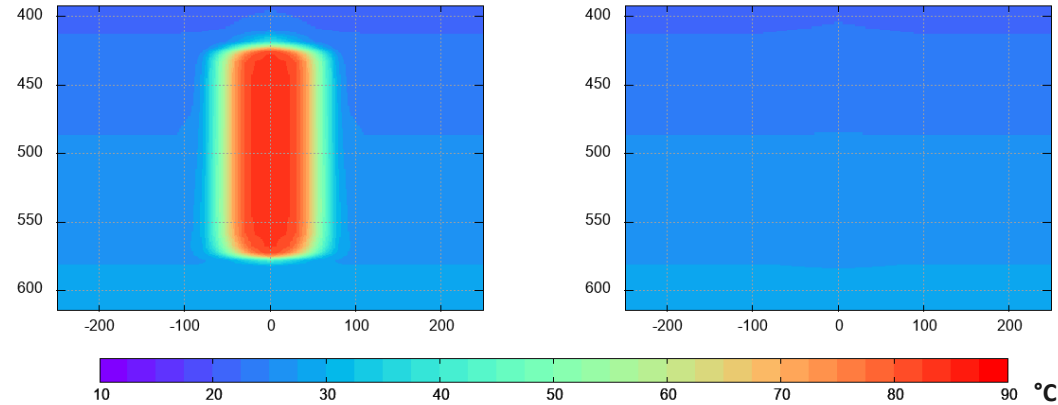
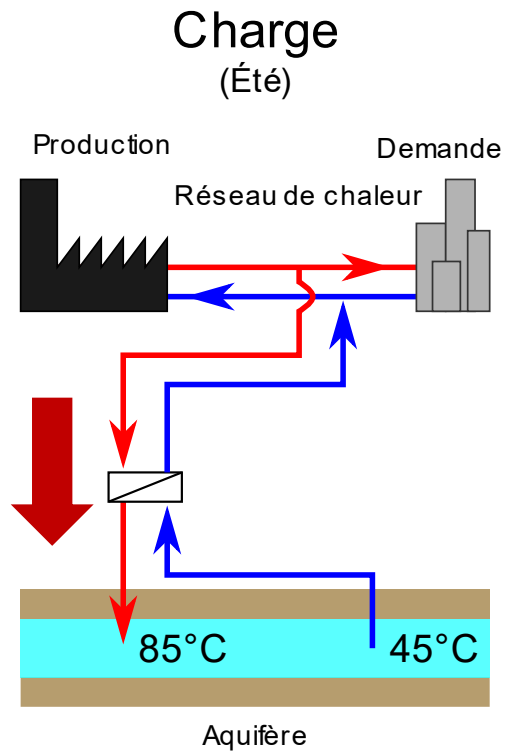
Exemple de fonctionnement sur aquifère



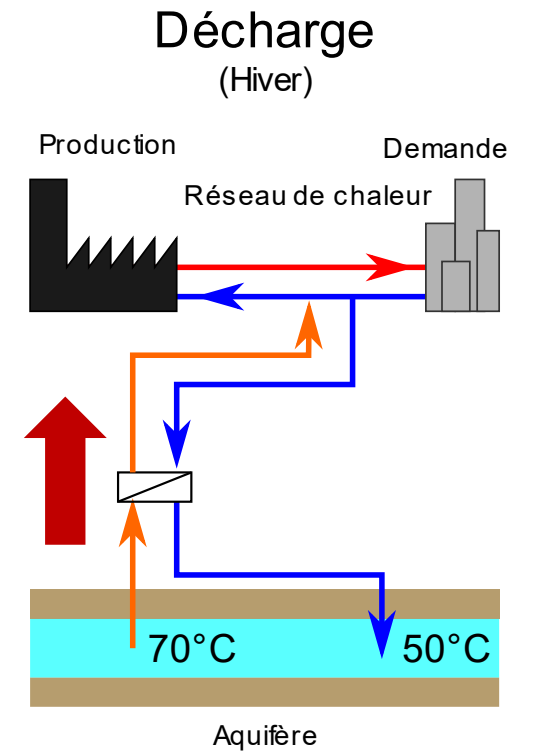
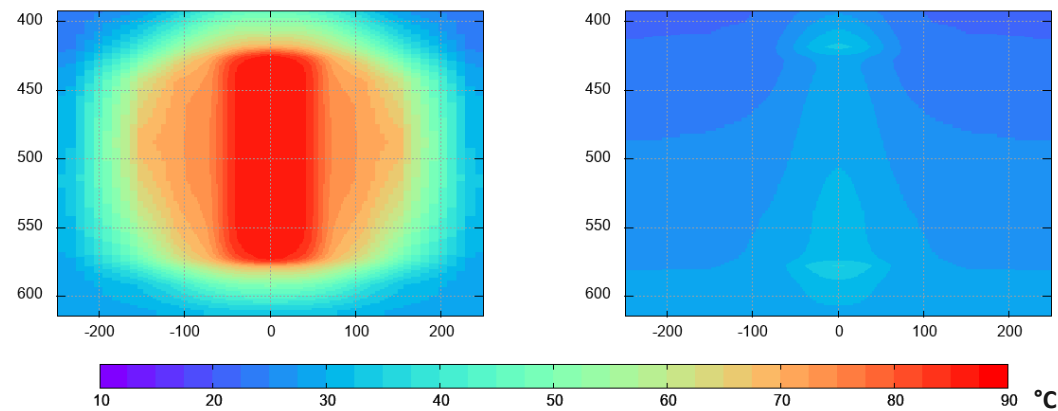
Exemple de fonctionnement sur aquifère



Exemple de fonctionnement sur aquifère

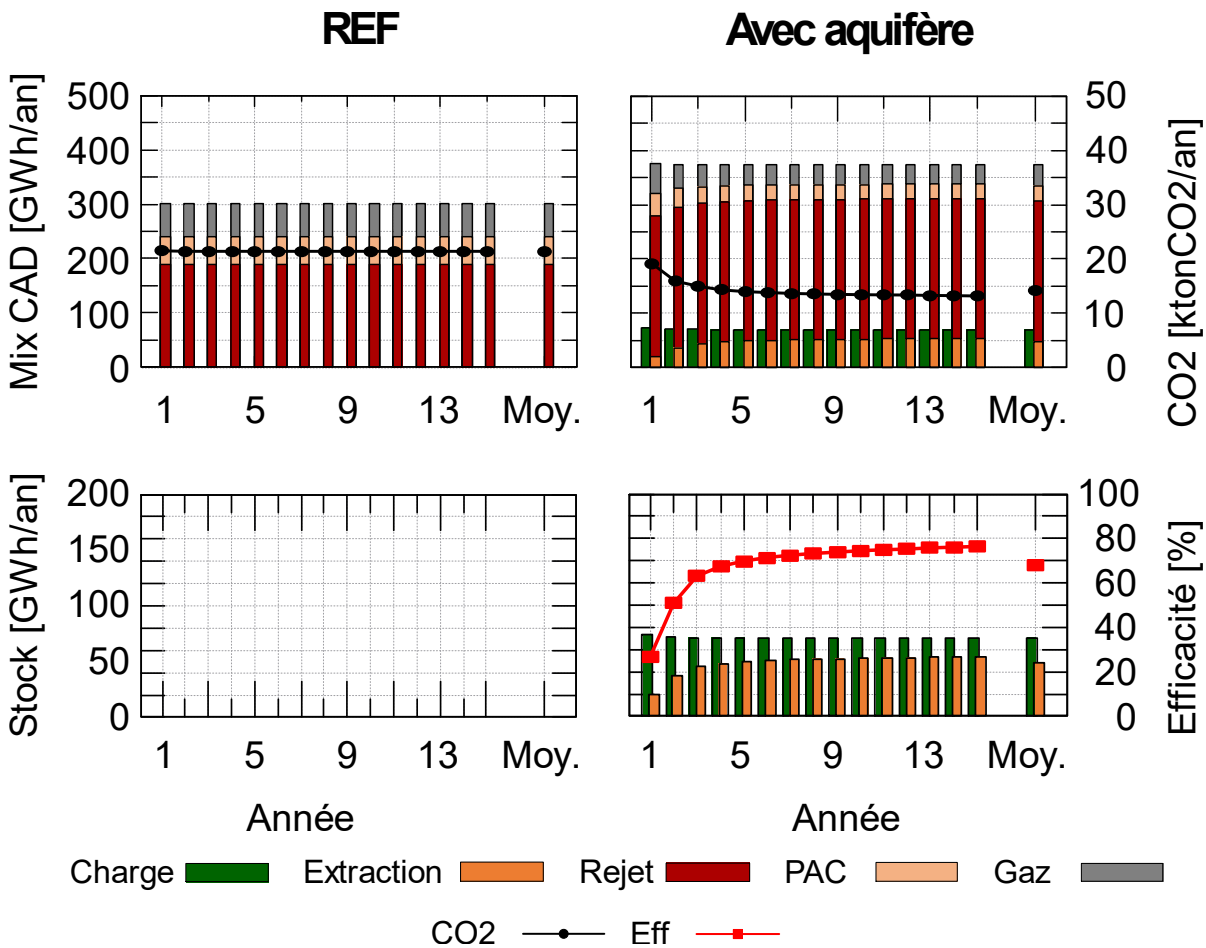


1^e année



15^e année

Exemple de fonctionnement sur aquifère



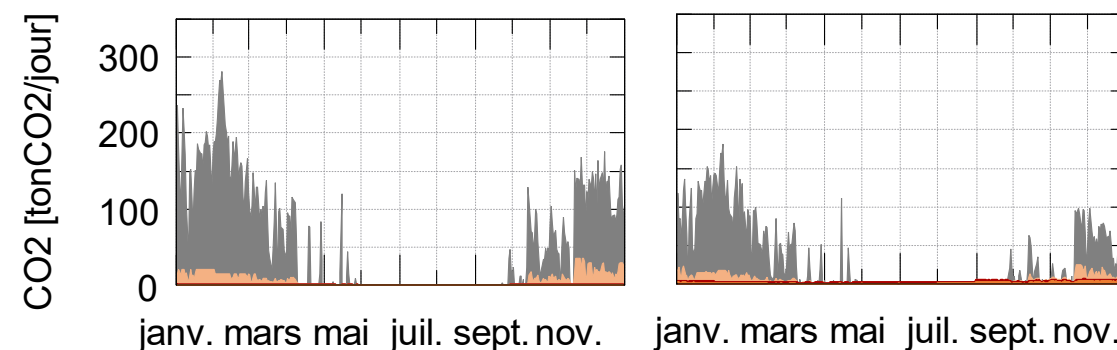
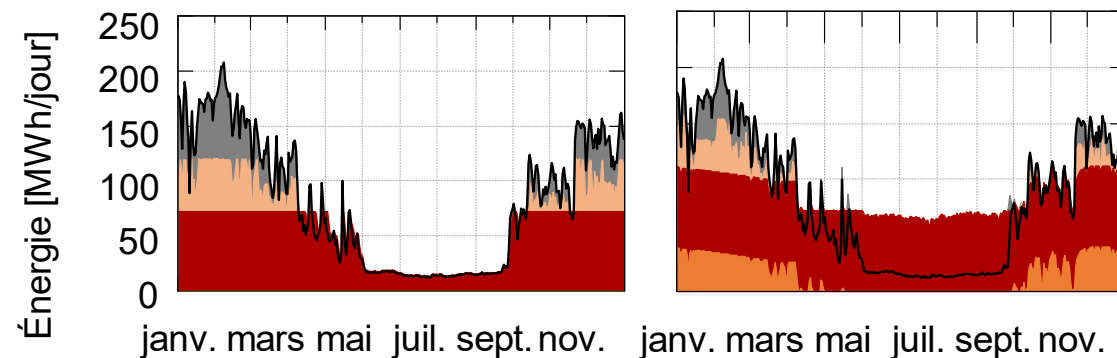
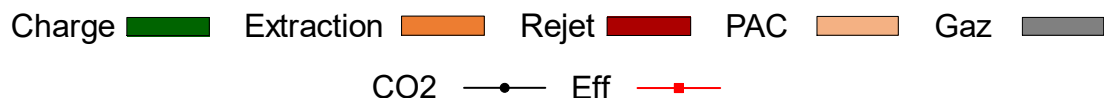
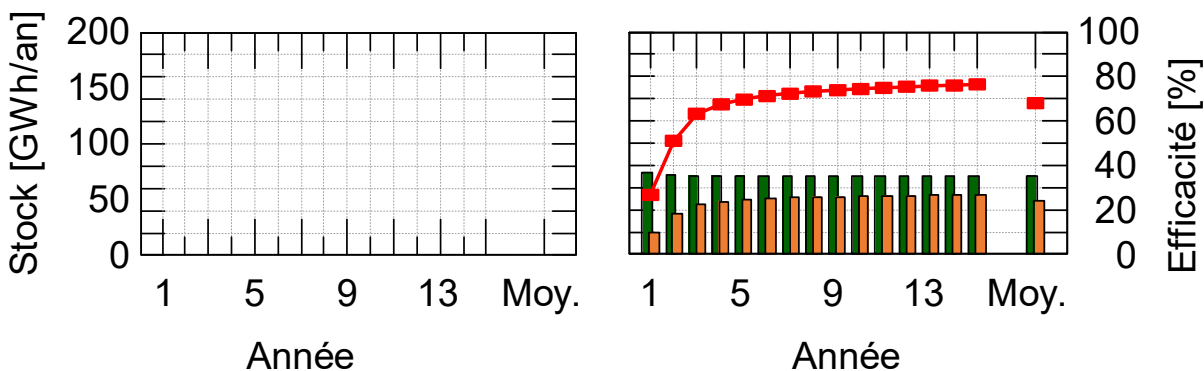
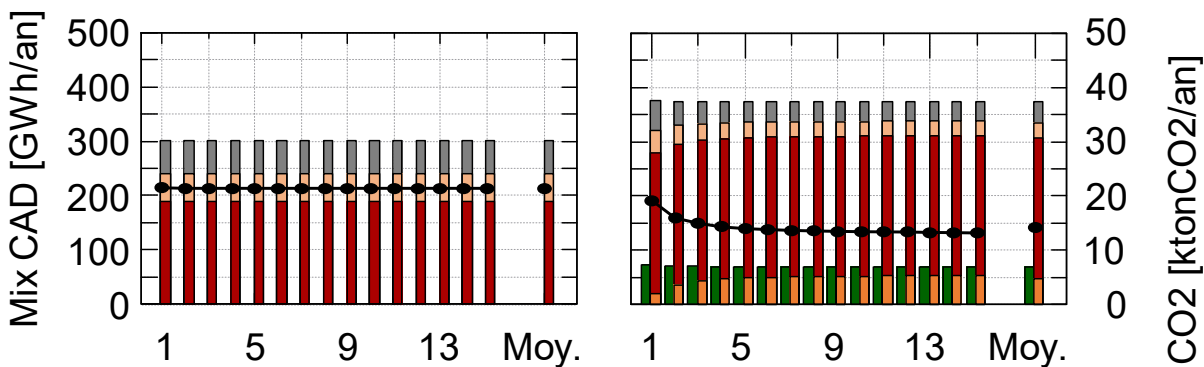
Exemple de fonctionnement sur aquifère

REF

Avec aquifère

REF

Avec aquifère



Exemple au Danemark

Exemple interconnexion réseaux - Braedstrup (DK)

Heat demand : 40 GWh/yr.

Thermal solar panels : 18'000 m²

CHP (gas) : 2 x 3.9 MW_{th}

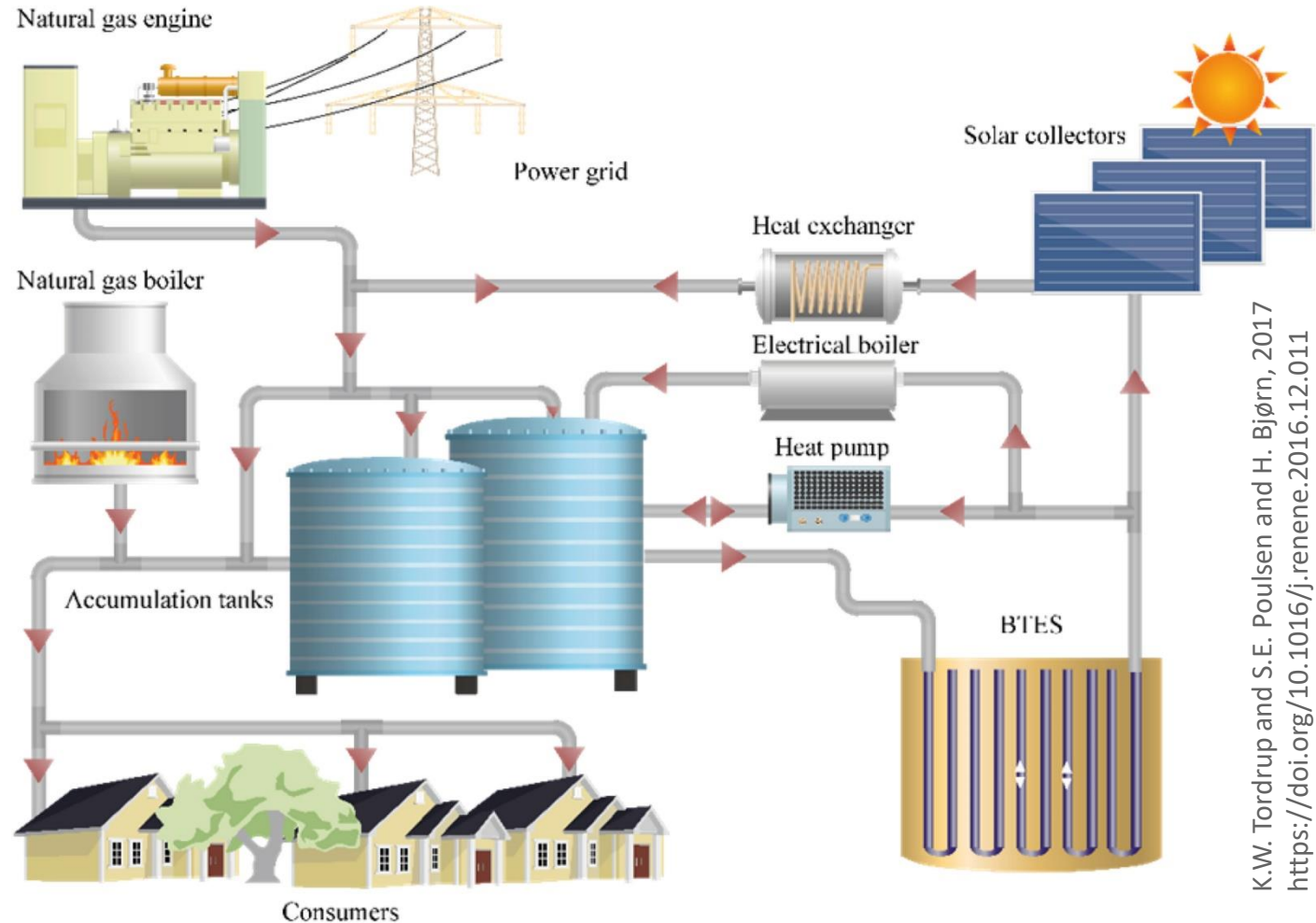
Gas boiler : 24 MW_{th}

Heat pump : 1.2 MW_{th}

Elec. boiler : 10 MW_{th}

Borehole TES : 19'000 m³

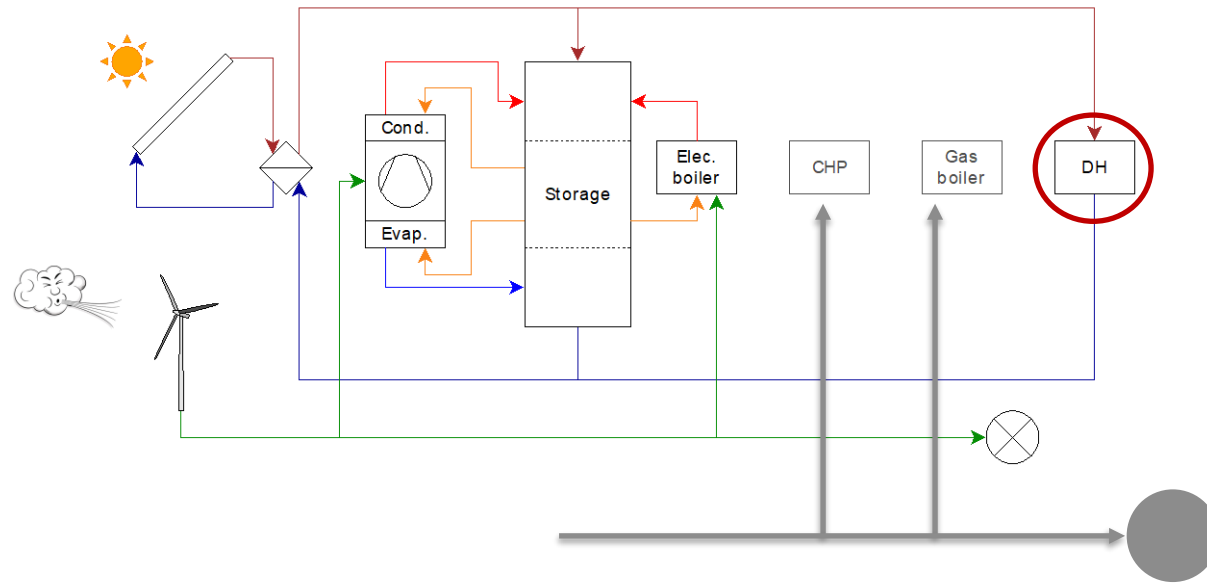
Hotwater TES : 7'500 m³



K.W. Tordrup and S.E. Poulsen and H. Bjørn, 2017
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.12.011>

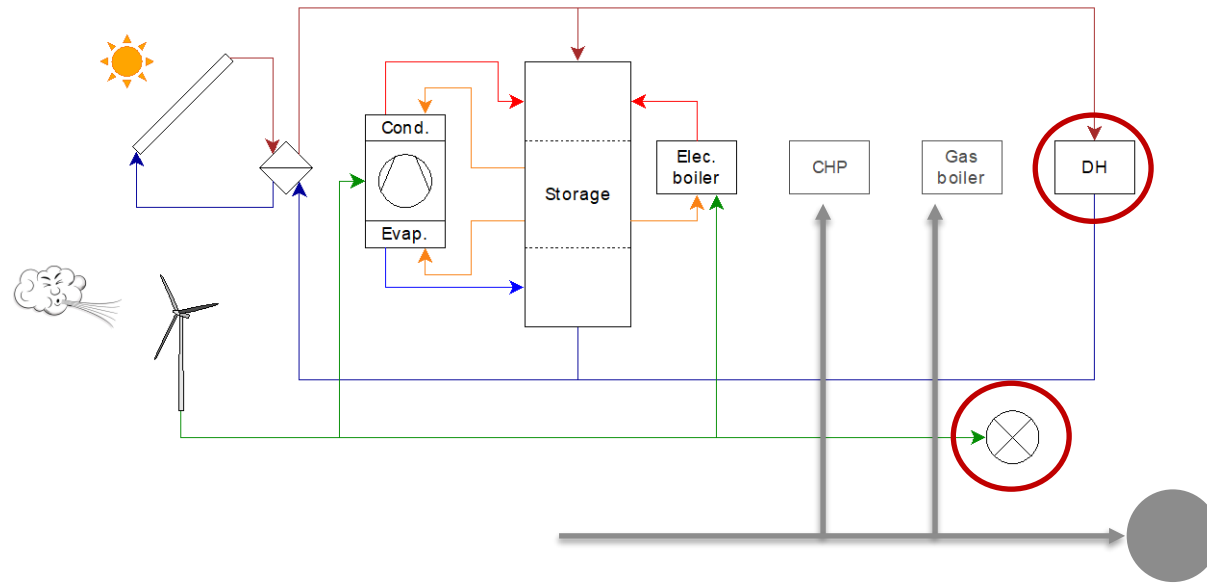
HEATSTORE D3.2, 2019

Exemple interconnexion réseaux - Braedstrup (DK)



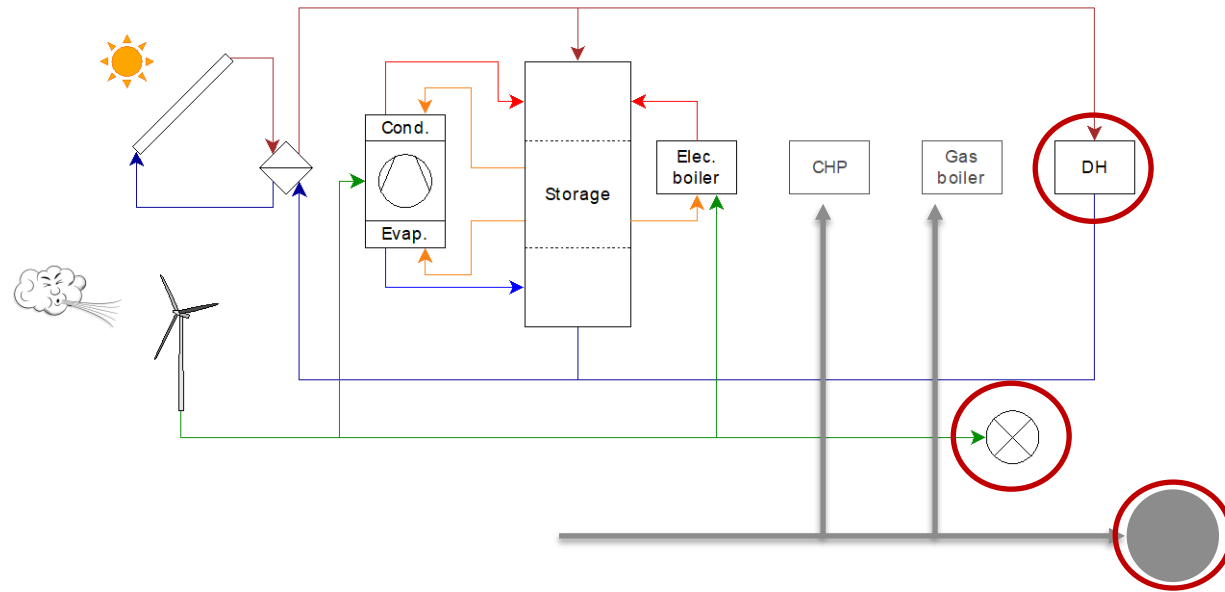
- Réseau de chaleur

Exemple interconnexion réseaux - Braedstrup (DK)



- Réseau de chaleur
- Réseau électrique

Exemple interconnexion réseaux - Braedstrup (DK)

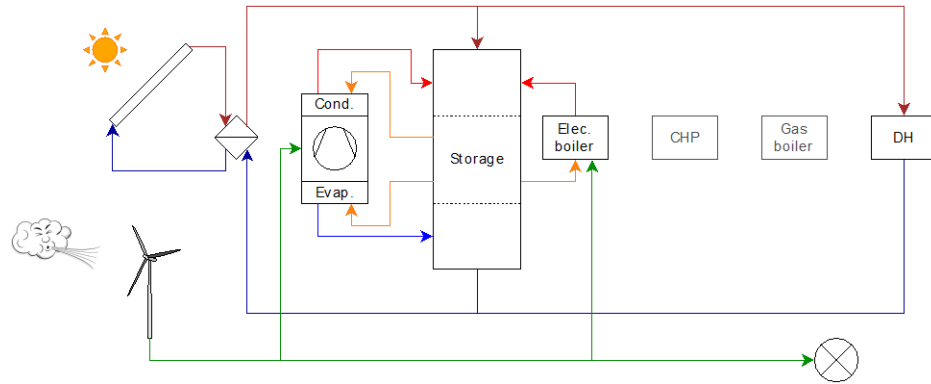


- Réseau de chaleur
- Réseau électrique
- Réseau gaz

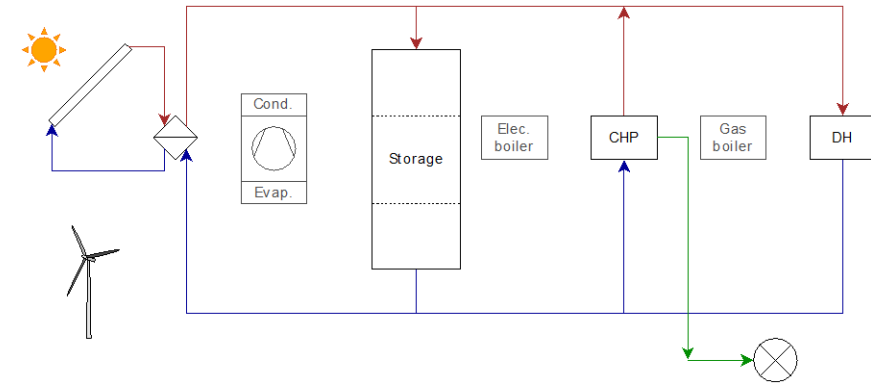
Exemple interconnexion réseaux - Braedstrup (DK)

Été

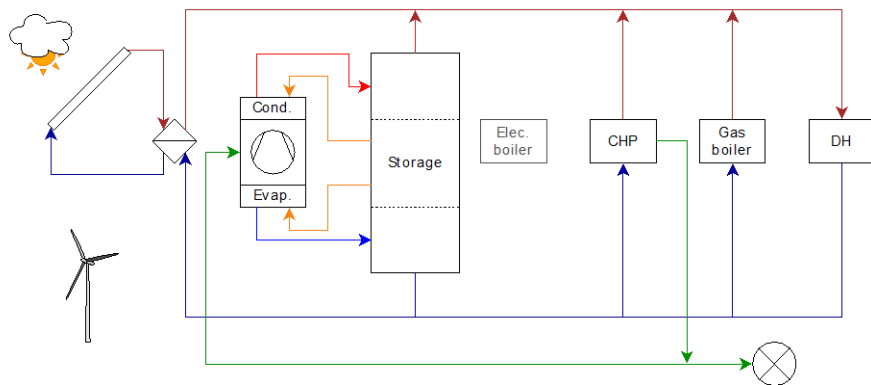
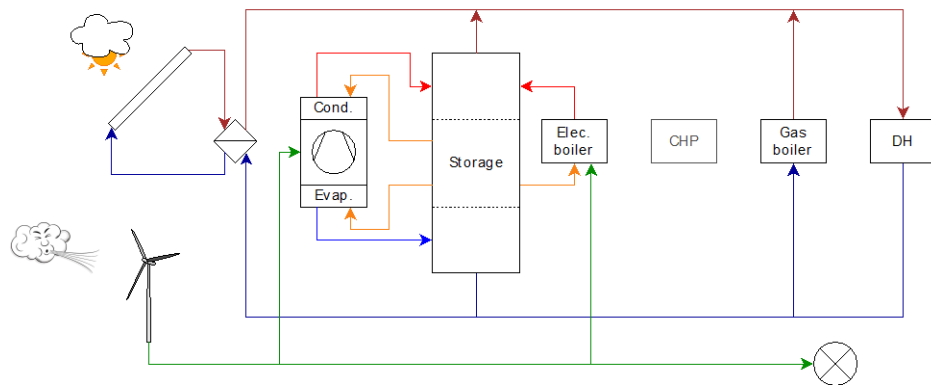
Prix élec. bas



Prix élec. haut

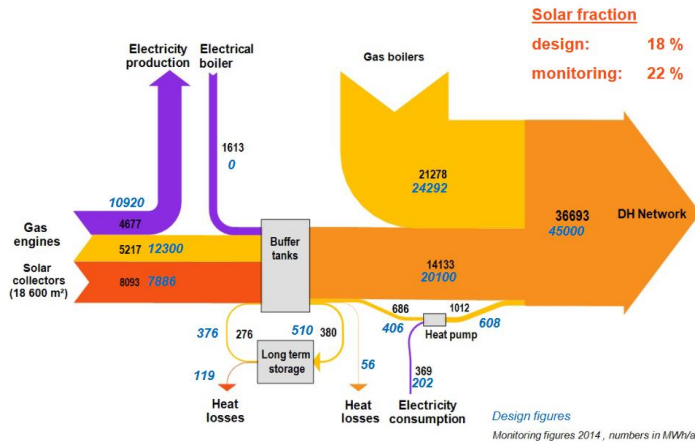


Hiver

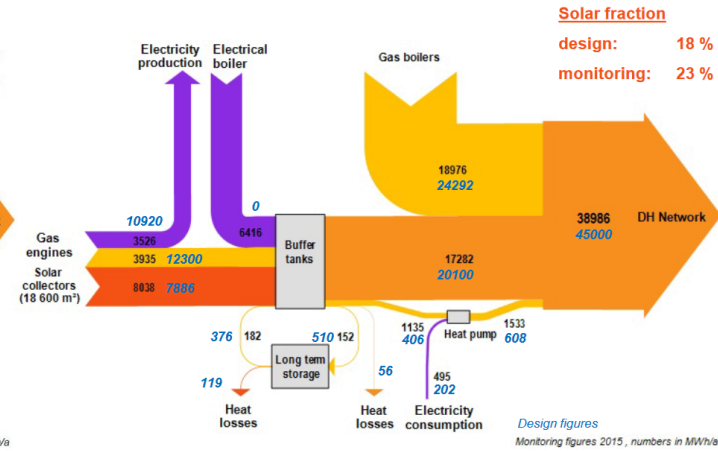


Exemple interconnexion réseaux - Braedstrup (DK)

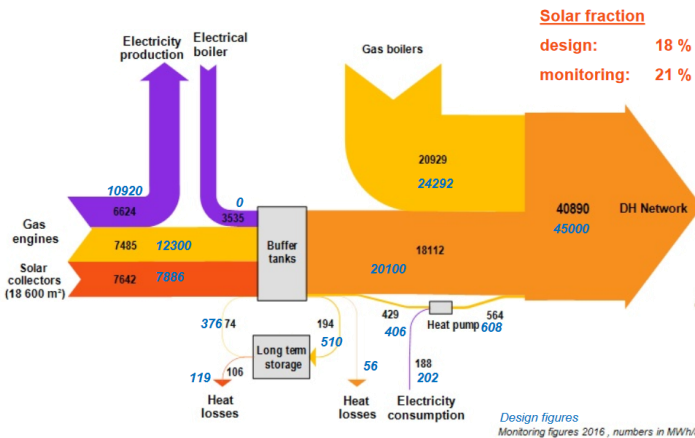
2014



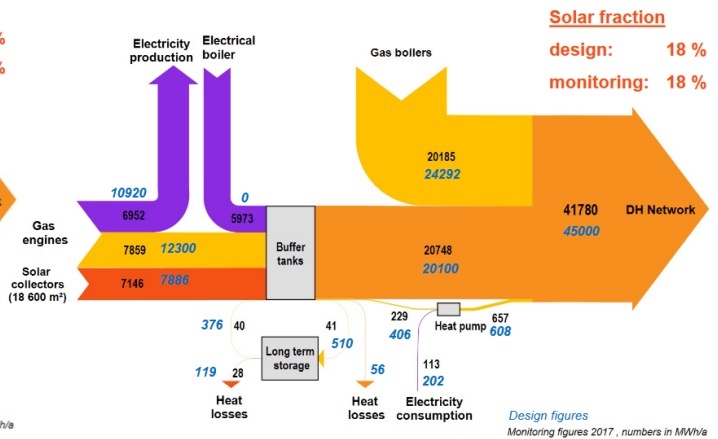
2015



2016



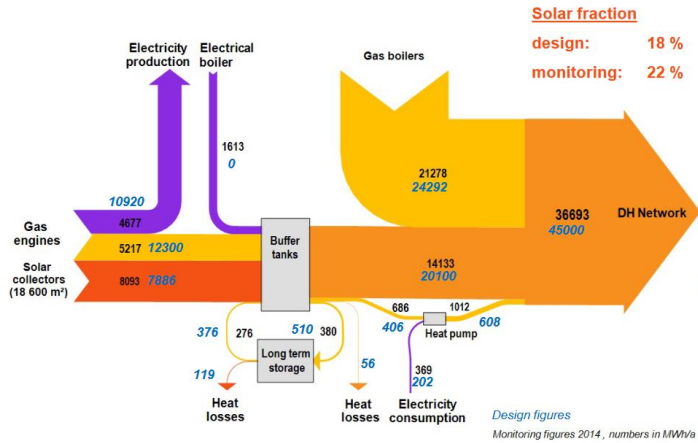
2017



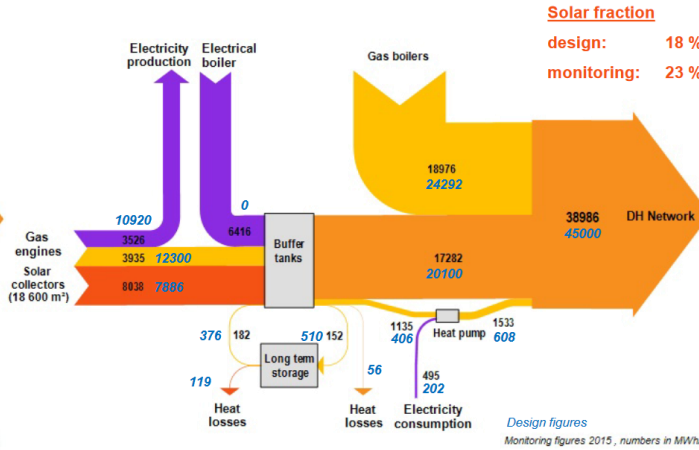
http://www.varmelagre.dk/

Exemple interconnexion réseaux - Braedstrup (DK)

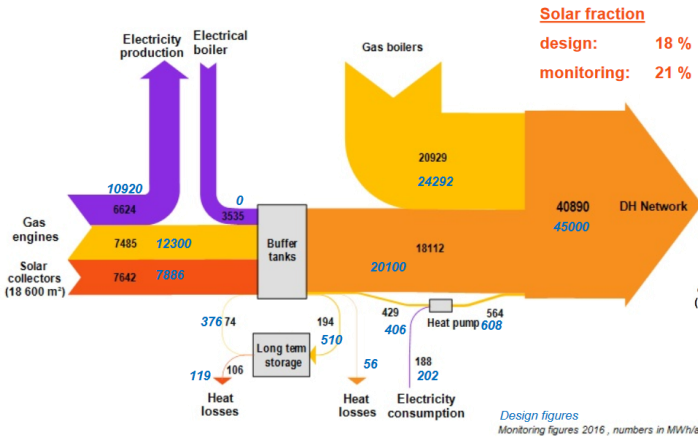
2014



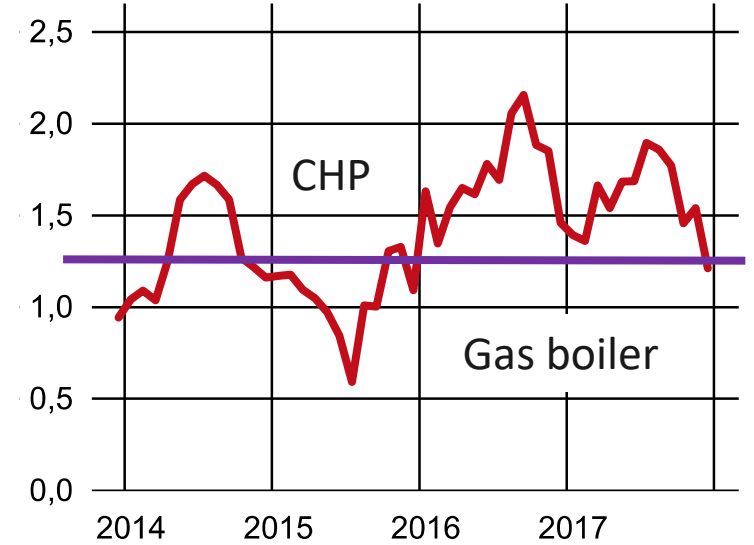
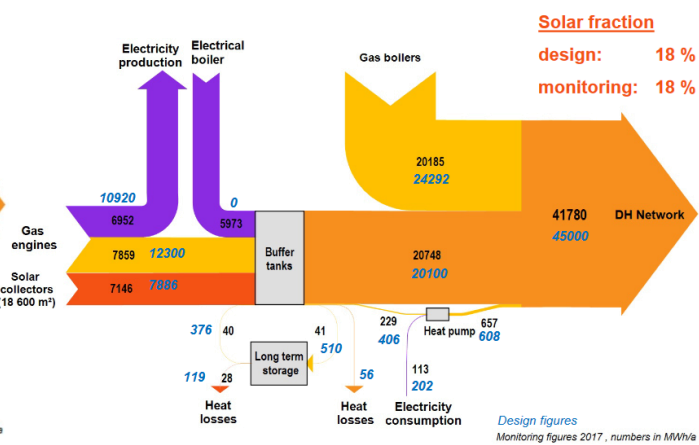
2015



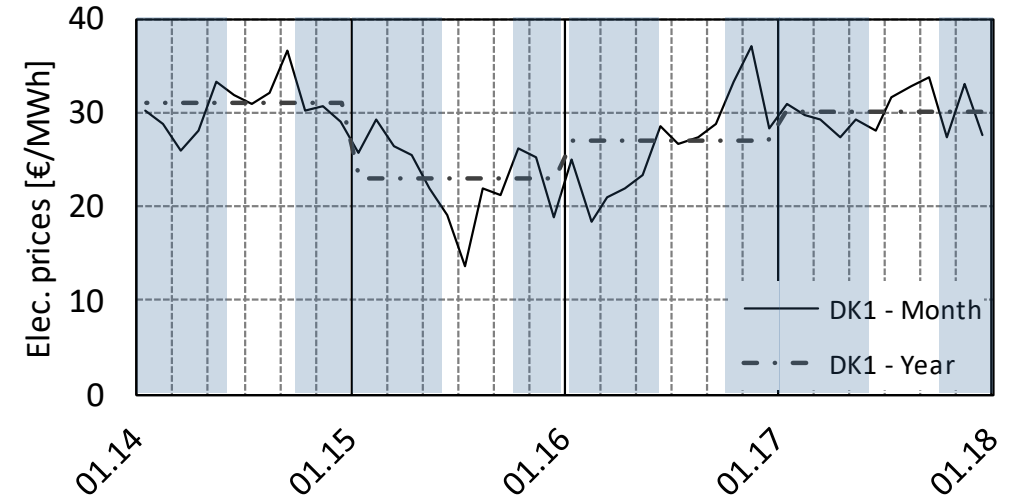
2016



2017



— Electricity-/gasprice relation

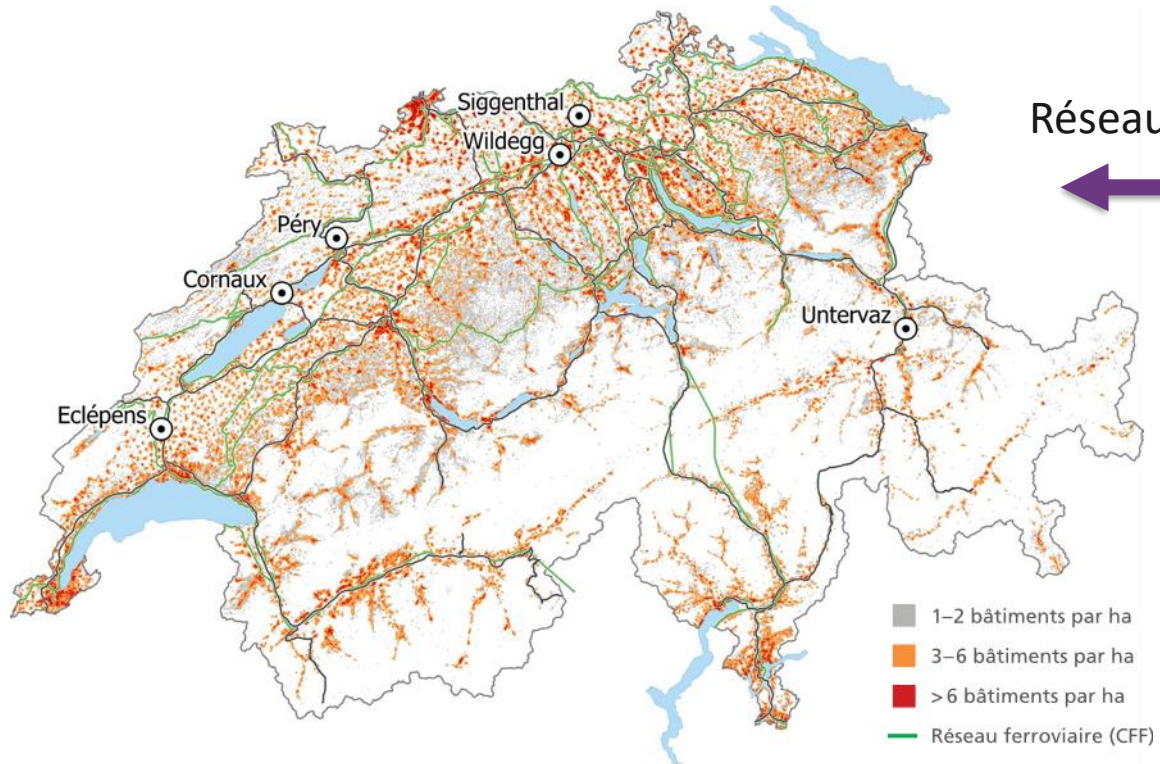


http://www.varmelagere.dk/

Potentiel pour l'industrie des graviers et béton

Offre / Demande – Stock

Densité bâtit (demande)



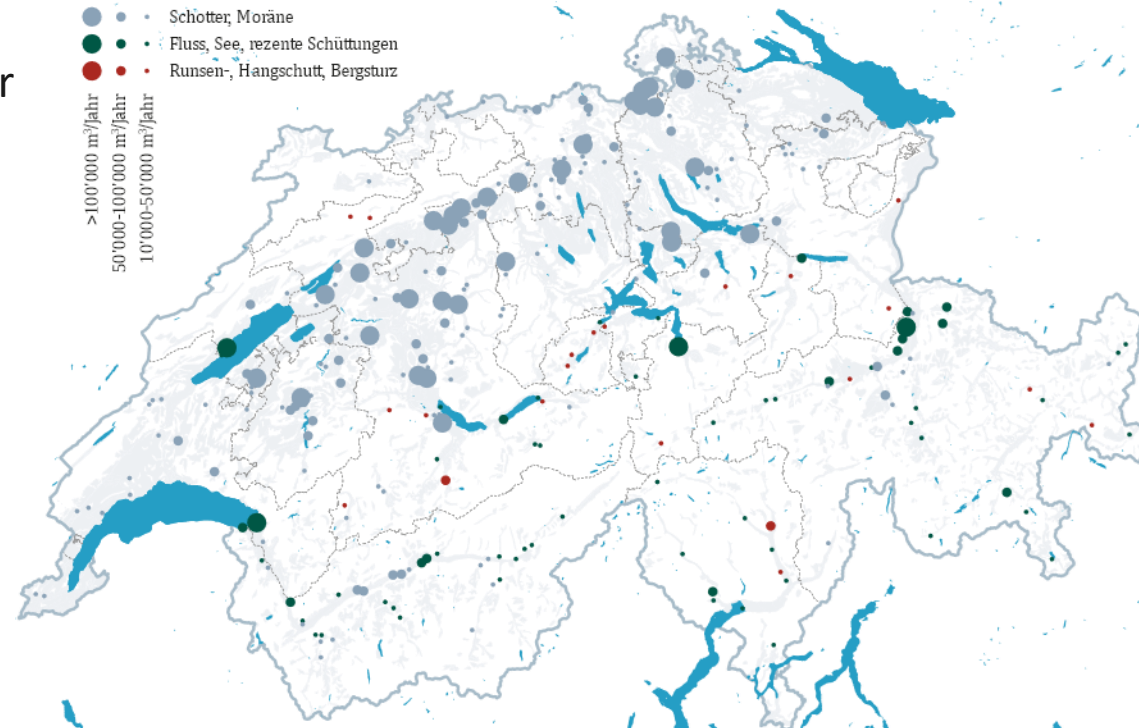
Répartition spatiale des bâtiments (état en 2017) [16] et emplacement des cimenteries en Suisse.

Swisstopo, OFEV, 2020

Réseaux de chaleur



Gisements exploitables (sites potentiels)



Kiesabbaustellen der Schweiz, Stand 1997 (Kündig et al. 1997)

NEROS, Kies & Sand, 2020

Avantages

ASGB / FSKB

- Maîtrise des techniques d'excavation et terrassement
→ valeur ajoutée lors de la construction des stocks
- Rejets thermiques haute température
→ énergie disponible au stockage = ressource nécessaire
- Stock comme système d'interconnexion réseaux Gaz/Elec/Chaleur
- Stock comme prestataire de service aux réseaux
→ Coût d'opportunité et gains financiers

Avez-vous :

- des idées**
- des suggestions**
- des critiques**
- un intérêt pour une collaboration**
- un projet pilote potentiel**

contact: beat.haller@fskb.ch

florian.ruesch@ost.ch, Fleury.DeOliveira@unige.ch

Merci de votre attention !