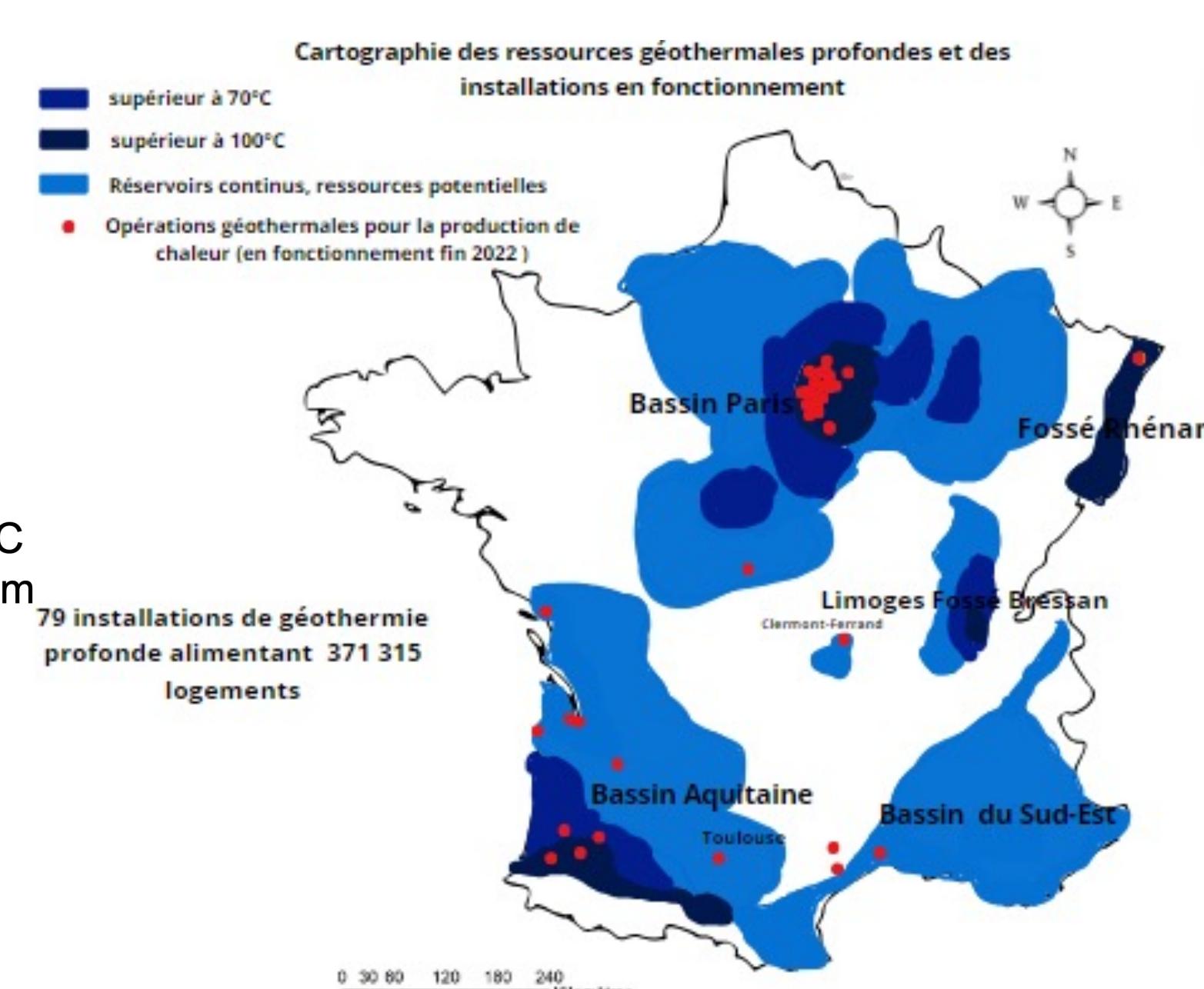
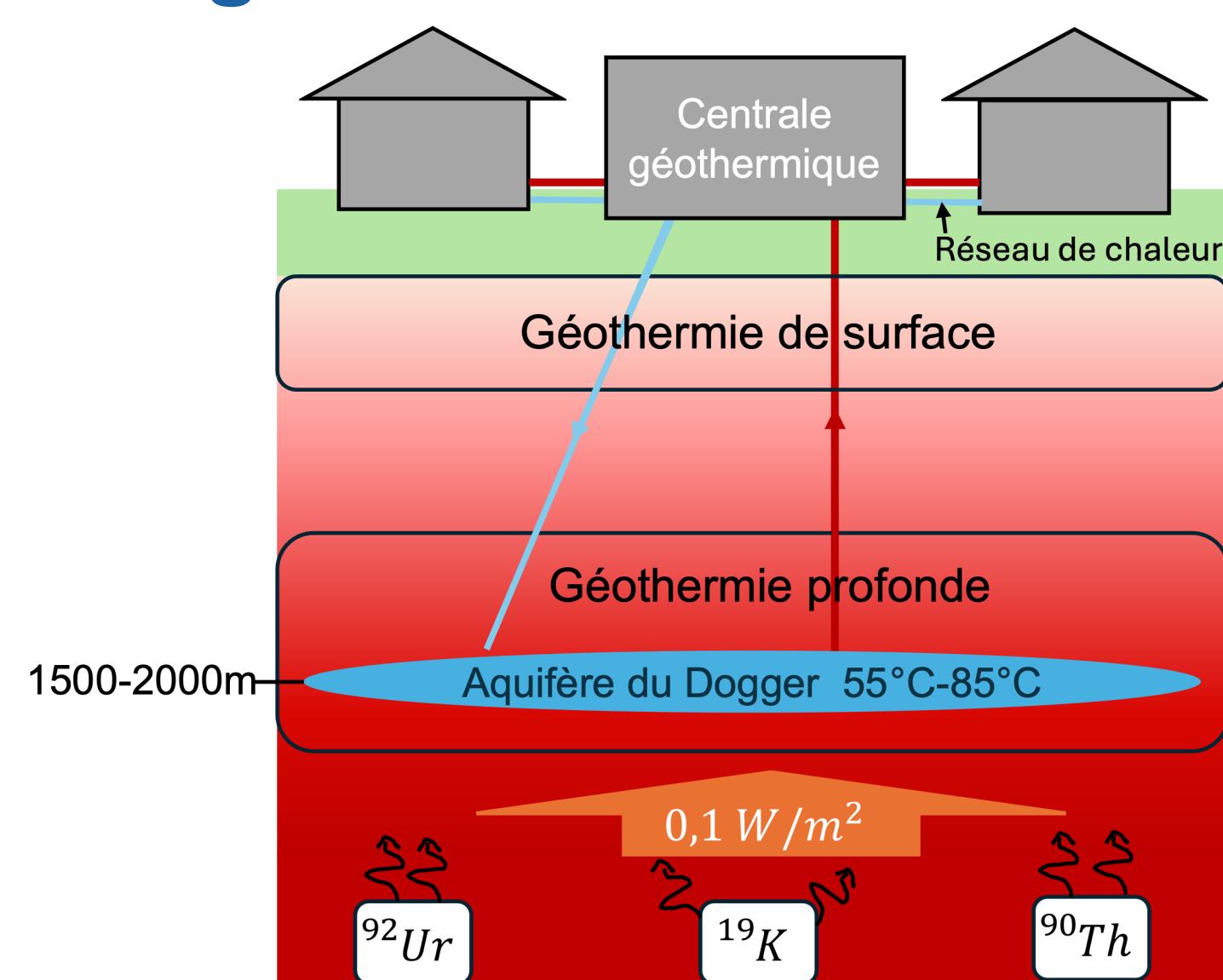


STOCKAGE DE CHALEUR EN AQUIFÈRE PROFOND

Projet N° 11

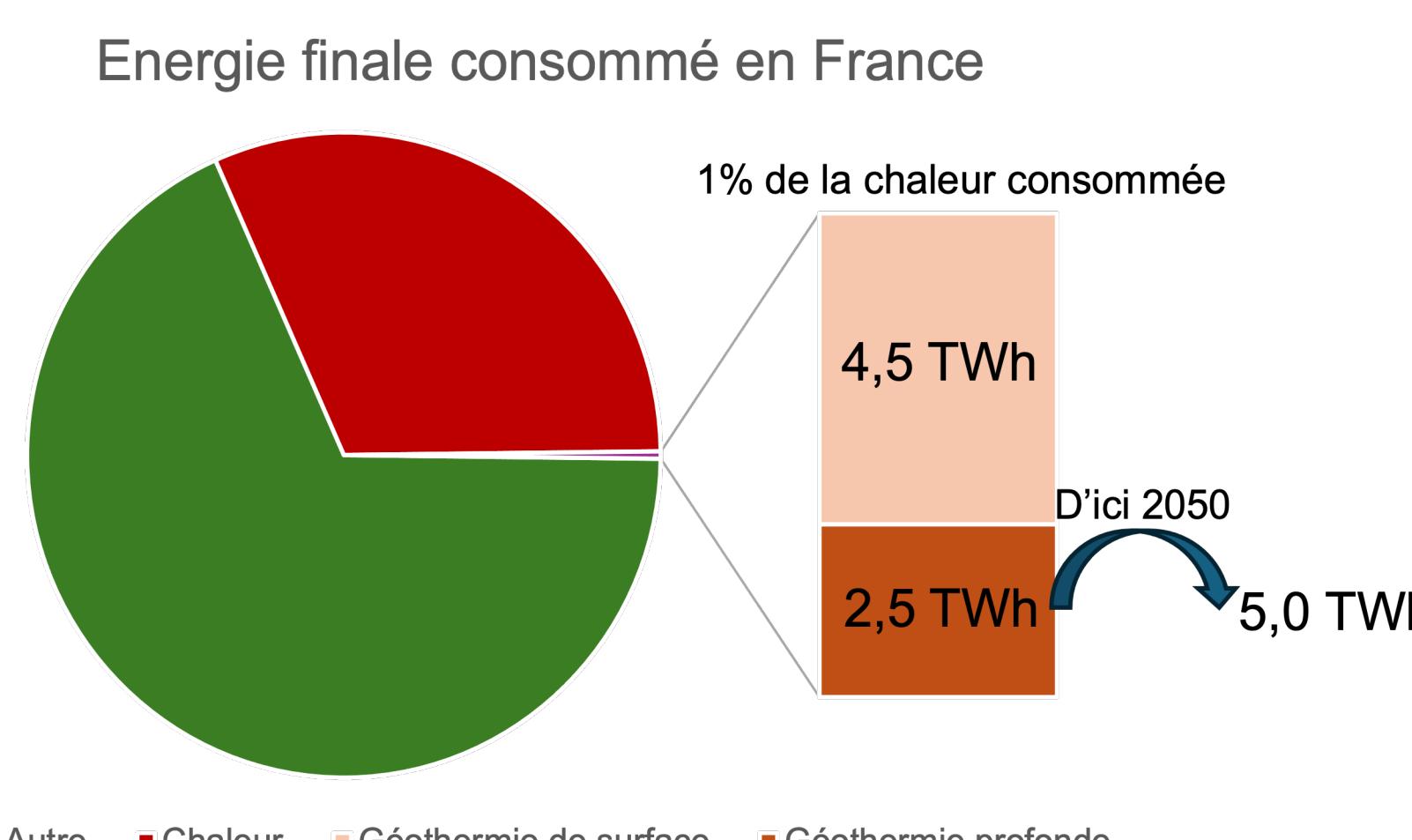
Lise Depinay, Pierre Escudié, Emeric Gandon,
Camille Prigent, Romain Teissandier

La géothermie en France

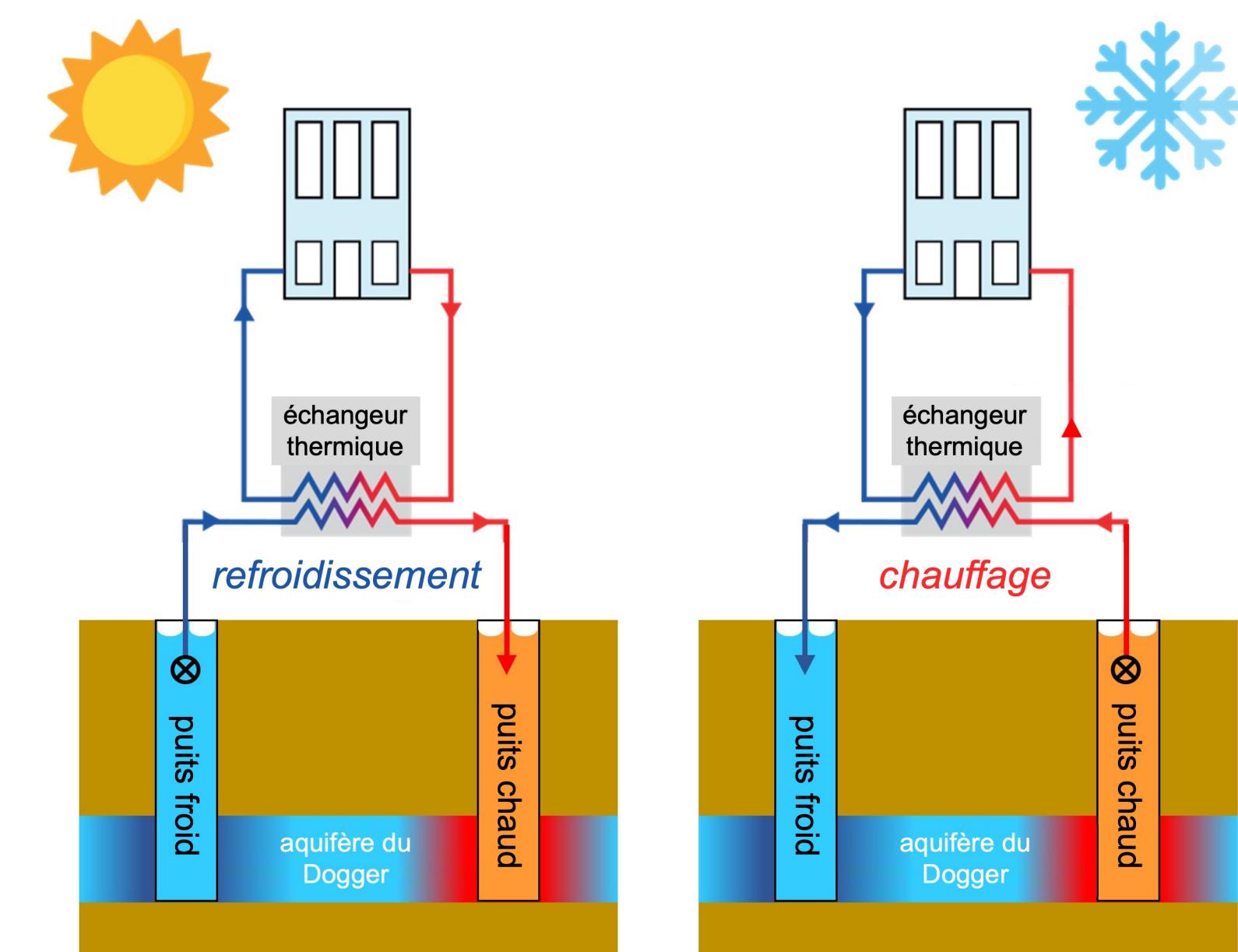


Principe de la géothermie

- Exploitation de la chaleur naturelle de la Terre
- Émission faible de CO₂
- Une ressource renouvelable mais limitée à court terme (durée de vie d'une exploitation ~ 60 ans)
- Flux d'énergie thermique d'environ 0,1W/m² inférieur au captage de la ressource
- Nécessité d'un stockage de chaleur artificiel



Principe du stockage en aquifère profond



Constats

- Surplus d'énergie l'été
- Nécessité d'un système d'appoint l'hiver pour chauffer l'eau (eau provenant de l'Aquifère pas assez chaude)

Solution

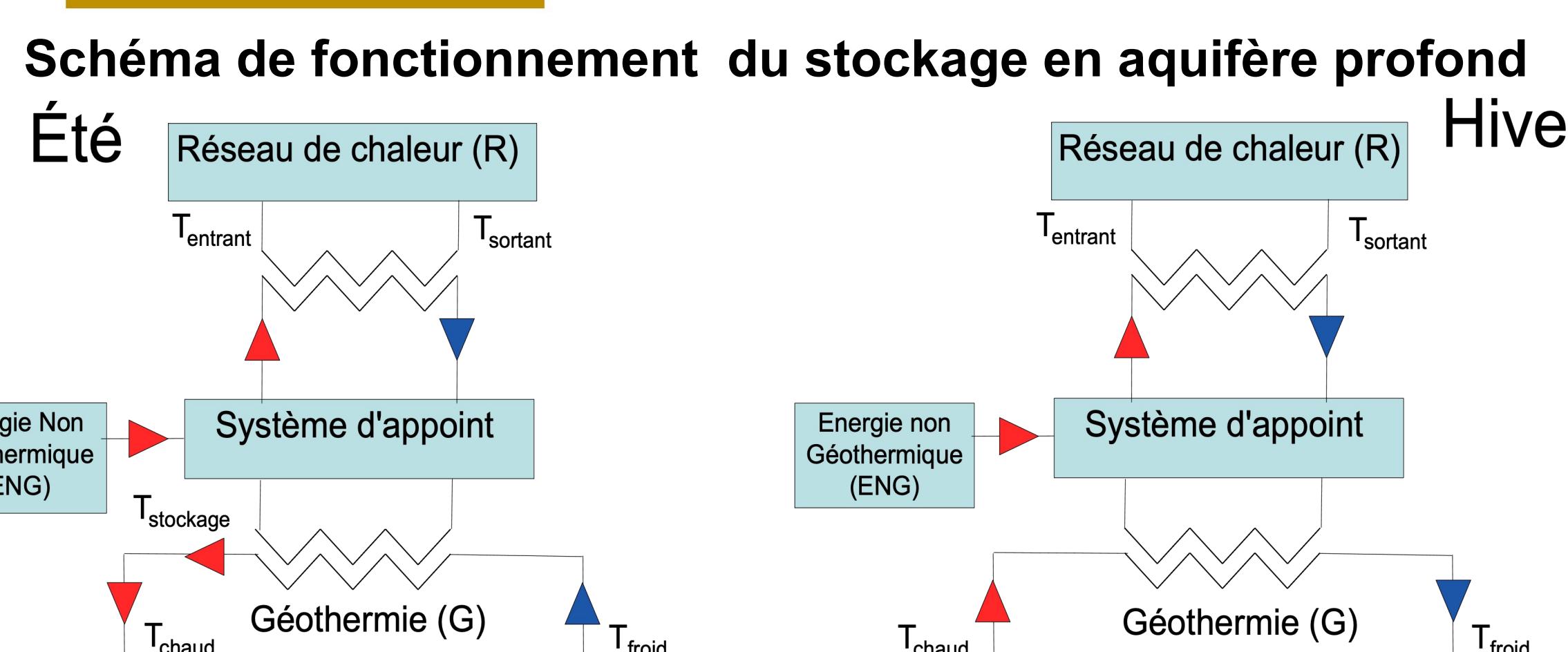
Stocker le surplus d'énergie l'été pour pouvoir le réutiliser en hiver

Sources de chaleur possibles

Énergie thermique produite par les systèmes industriels (chaudières, incinérateurs, crématoriums...)

Potentiel théorique d'un système francilien

- Entre 150 et 1500 tonnes de CO₂ économisée s par an
- 2,5 TWh/an
- 70% du mix énergétique du réseau géothermique



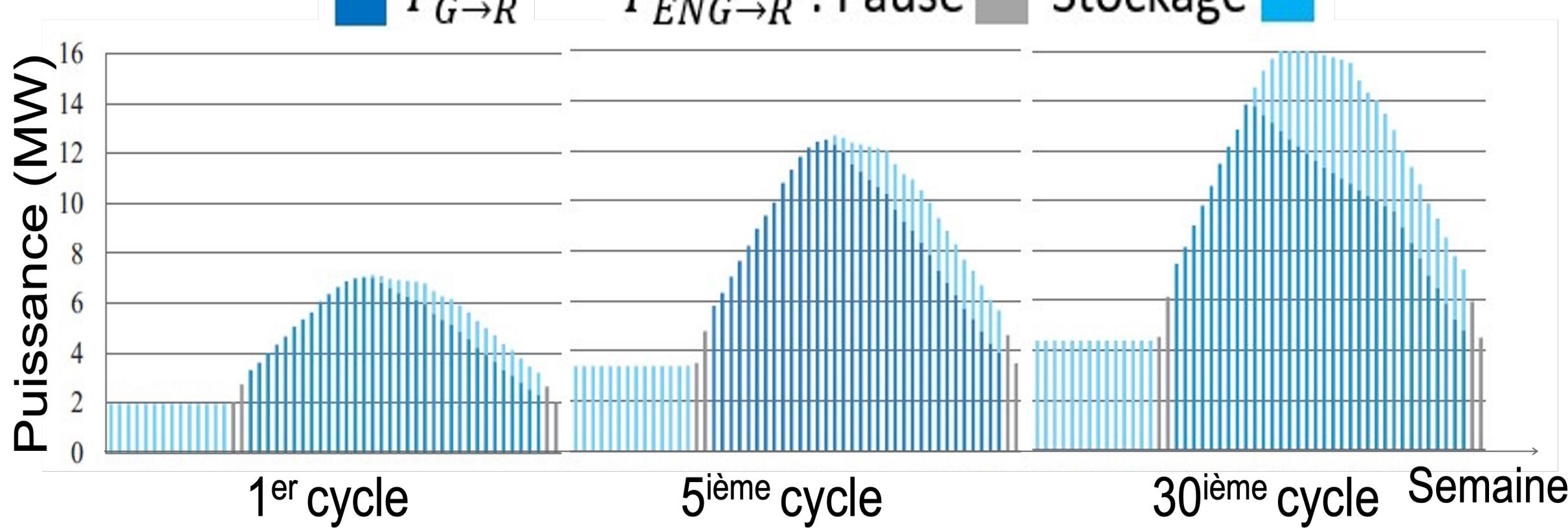
$$P_{ENG \rightarrow G} = C_{eau} * Q * (T_{stock} - T_{froid})$$

$$P_{G \rightarrow R} = P_R = C_{eau} * Q * (T_{entrant} - T_{soutant})$$

$$P_R = C_{eau} * Q * (T_{soutant} - T_{entrant})$$

$$P_{ENG \rightarrow R} = P_R - P_{G \rightarrow R}$$

P_{G→R} P_{ENG→R}: Pause Stockage

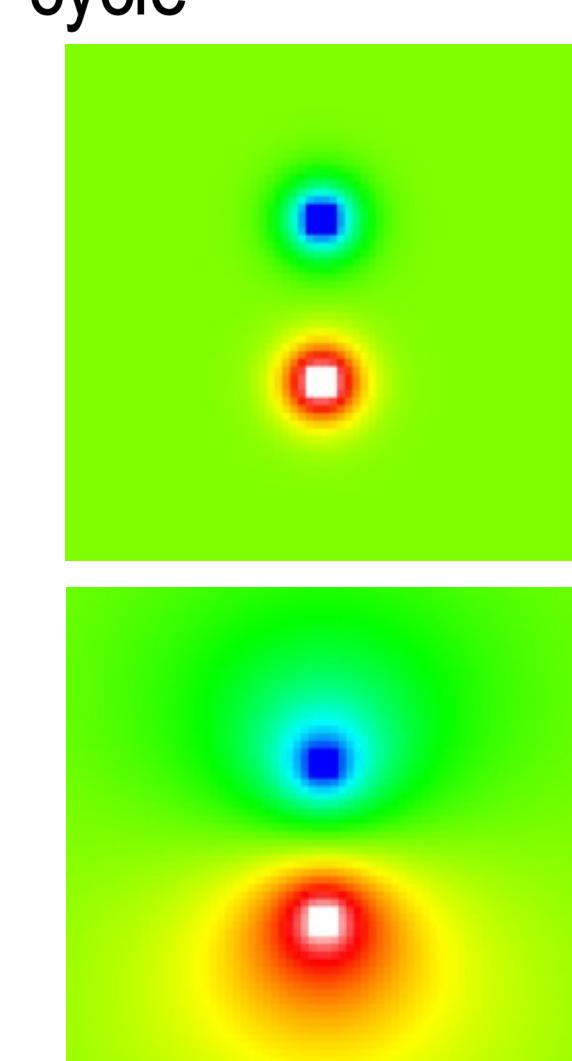


Énergie non géothermique

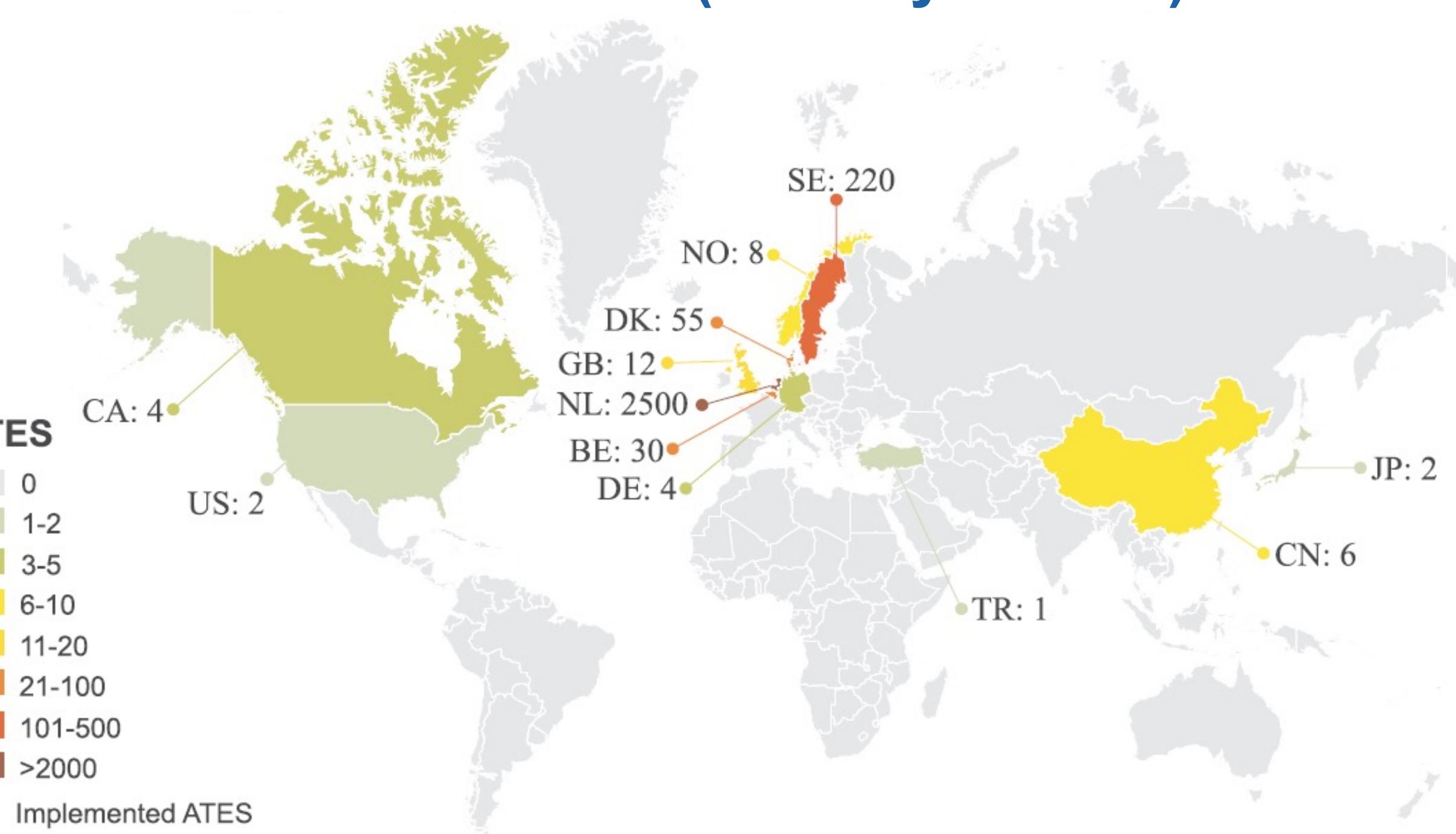
- Complète la géothermie l'hiver si elle n'est pas suffisante
- Réchauffe l'eau pour la mettre à sa température de stockage l'été

Besoins en énergie non géothermique augmentent

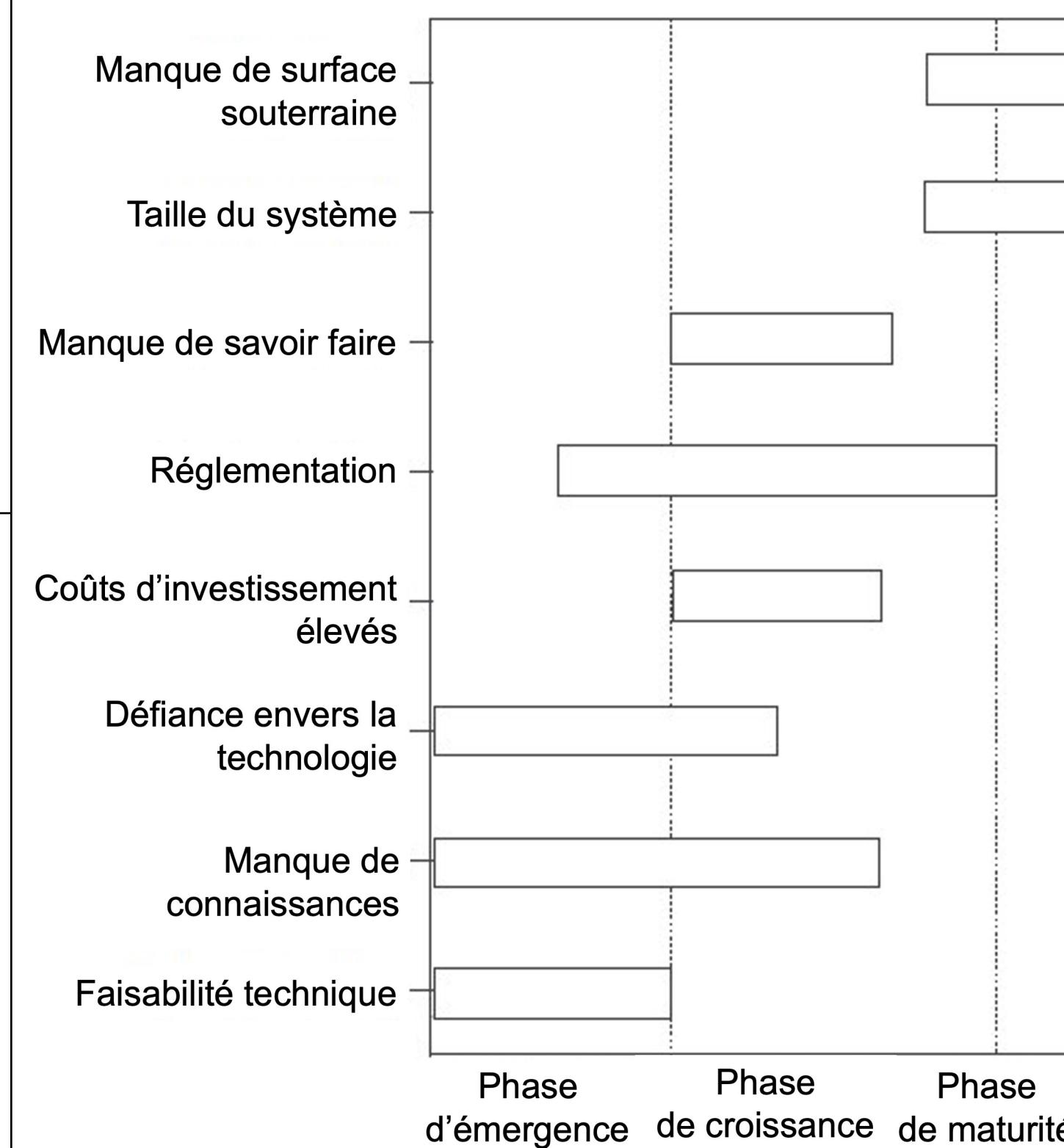
- Demande énergétique augmente
- Eau de stockage se refroidit à chaque cycle



Implantation dans le monde (2800 systèmes)



Freins au développement du stockage en aquifère profond



Corrosion

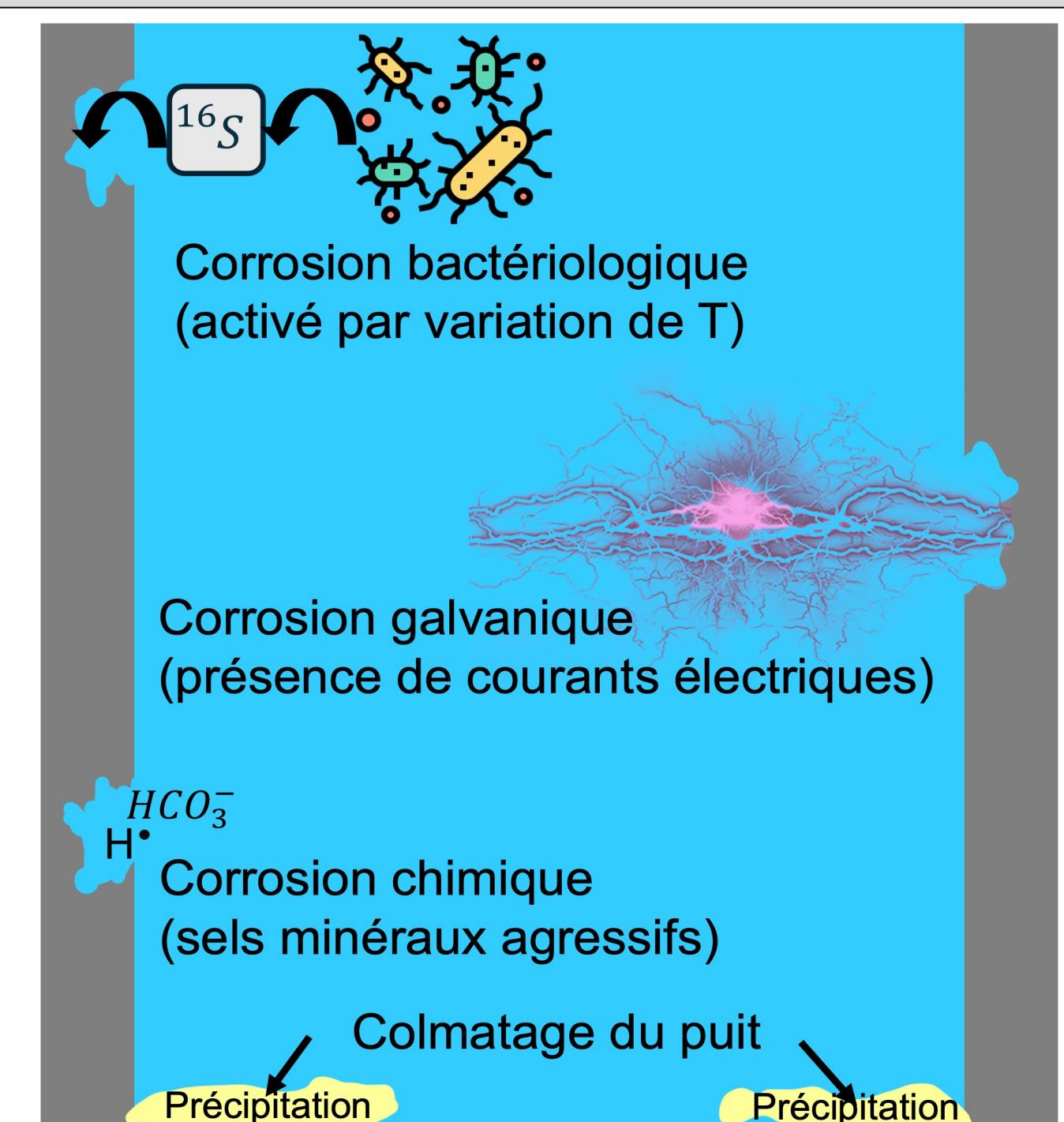
Choisir des matériaux résistants comme le titane

Colmatage / Calcification

Cause : modification de l'équilibre de solubilité roche/eau par variation de la température

Conséquence: réduction la taille des pores de l'aquifère, puit de pompage bouché

→ Si calcification baisse drastique du rendement

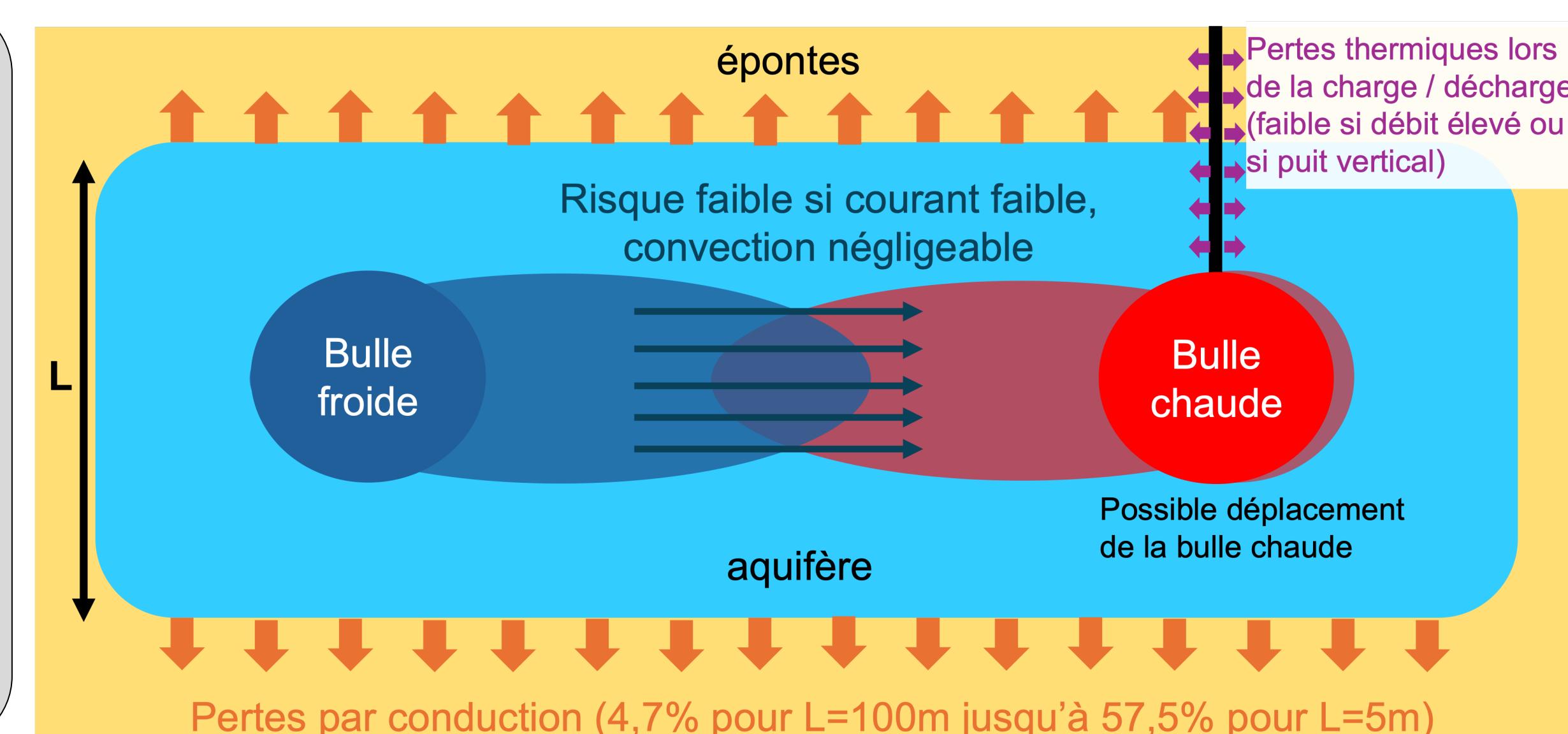


Facteurs empêchant le développement du système

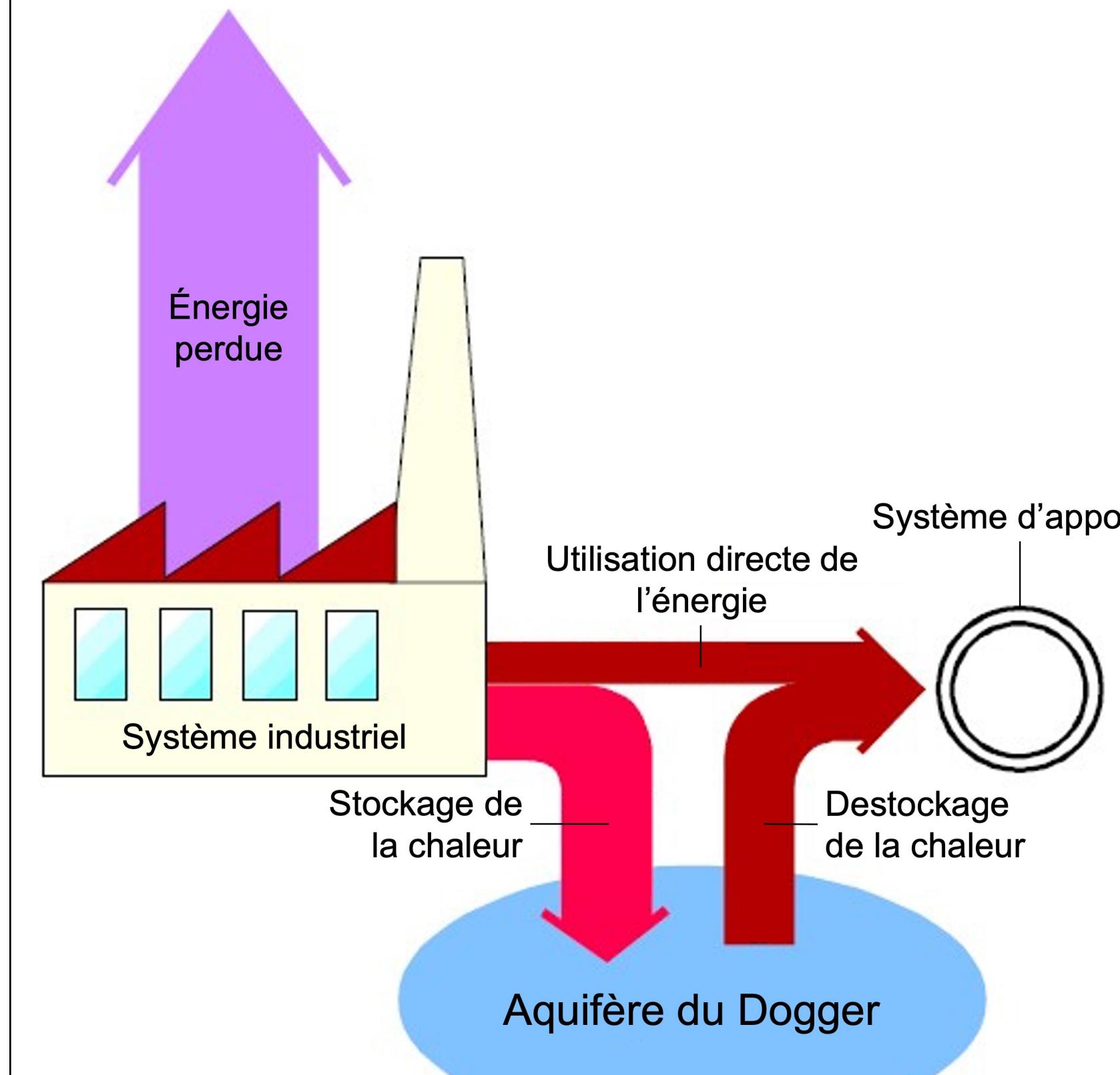
Coûts d'investissement: 0,2 à 2 millions d'euros

Pertes thermiques

- Détermine le rendement de l'opération stockage/déstockage
- Non rentable si L ≥ 10m (rendement trop faible par rapport au coût énergétique du pompage)



Conclusion et perspectives



Avantages

- Augmentation la température de l'eau dans l'Aquifère
- Utilisation réduite de l'énergie non géothermique en hiver

Bilan actuel

- Intérêt technique à grande échelle
- Réparti inégalement géographiquement
- Méconnaissance du sujet
- Risque économique

Perspectives

- Études économiques sur le système
- Réglementation plus souple et sensibilisation
- Mix avec le chauffage urbain pour les petits bâtiments
- Inclusion dans le programme français de passage à la géothermie

