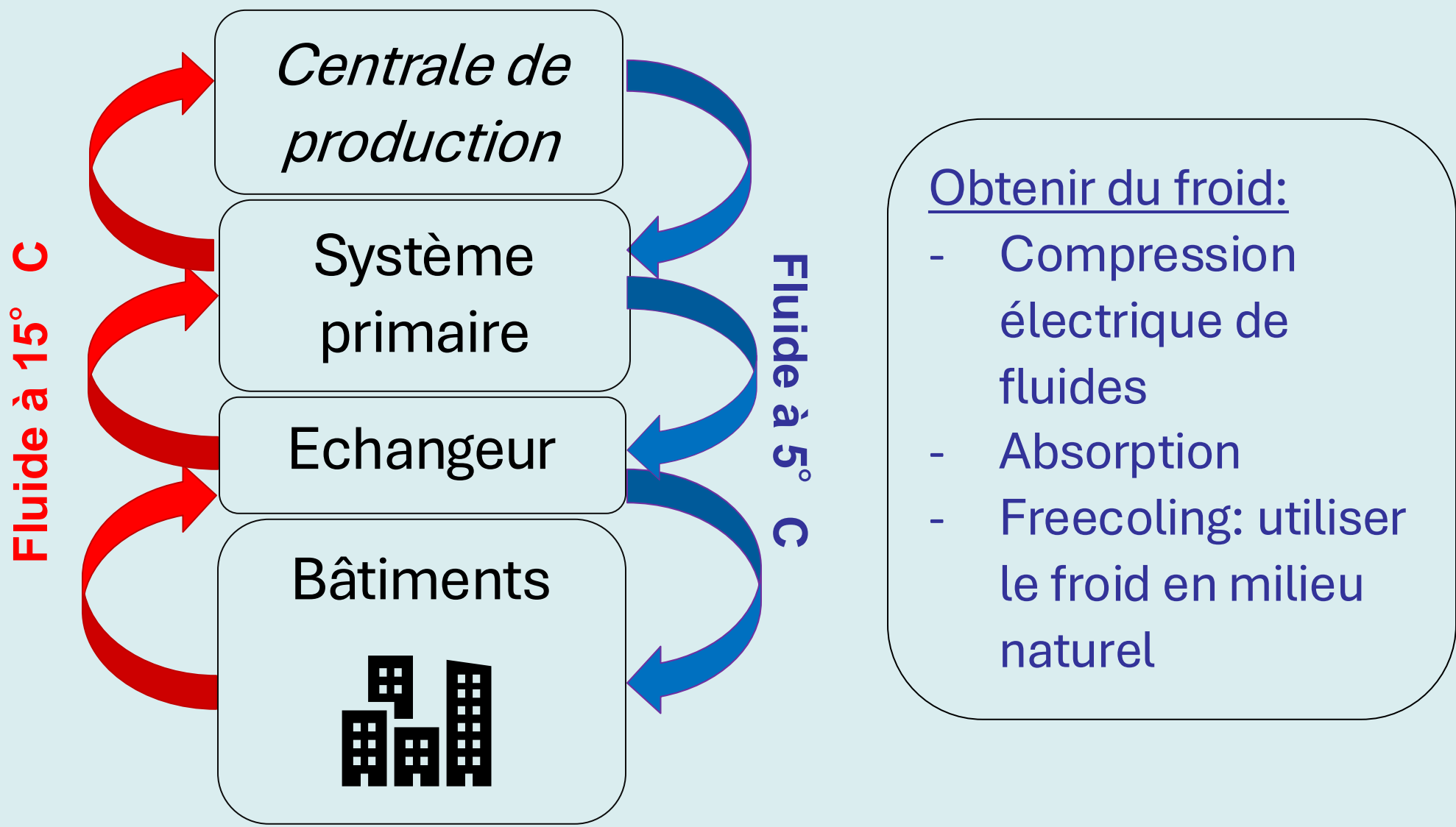


Qu'est-ce qu'un réseau de froid ?

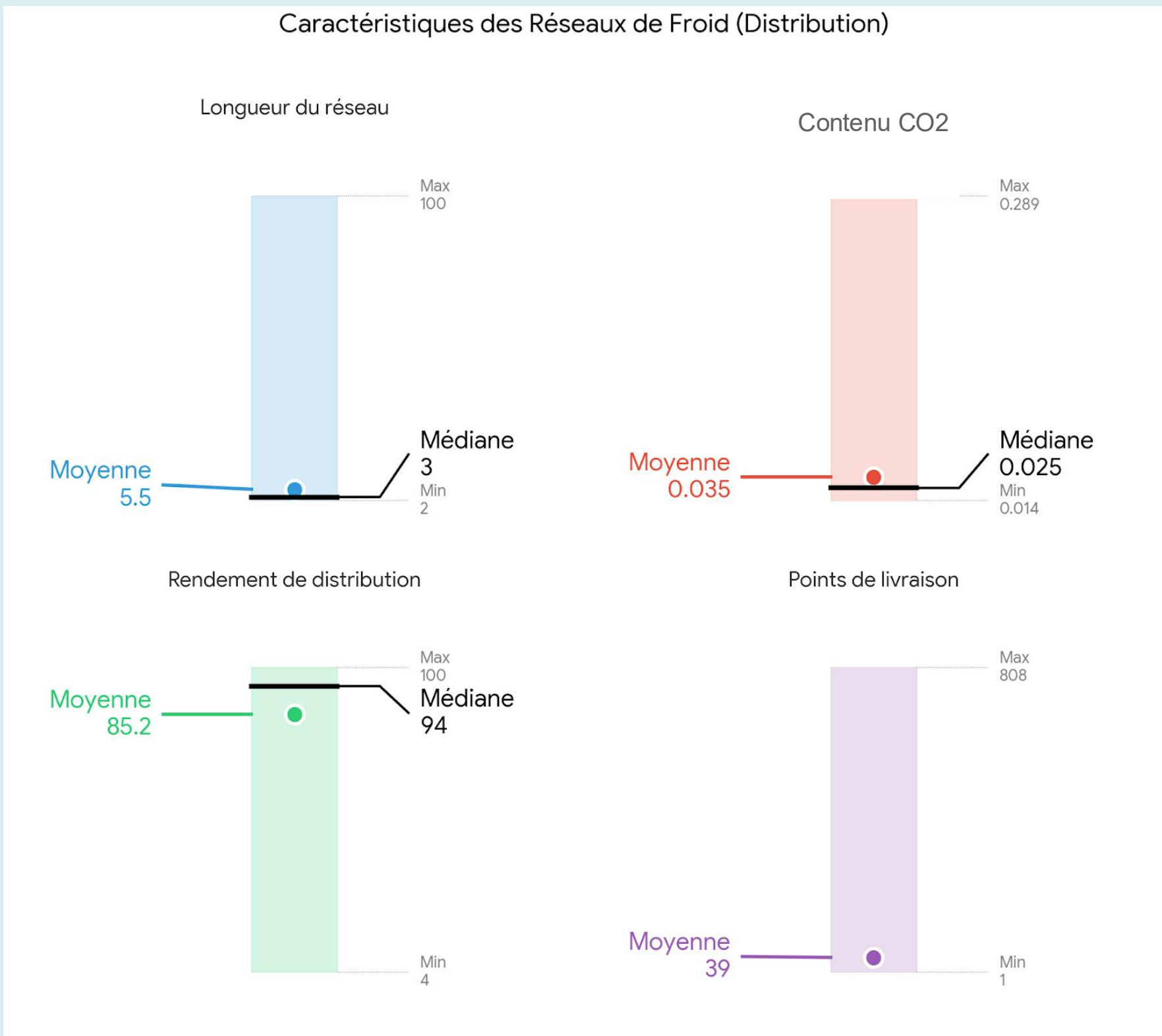
Le Principe : Un réseau de froid est un système qui redistribue le froid grâce à des canalisations, de manière centralisée, vers les infrastructures raccordées.

Cycle de fonctionnement :



Technologie → Le Free-Cooling
Conserver du froid sans ou avec très peu de machines frigorifiques via l'exploitation d'une source naturelle.
Plusieurs types : eau de rivière, eau de mer, eau de lac ou nappes phréatiques

Caractéristiques des réseaux de froid



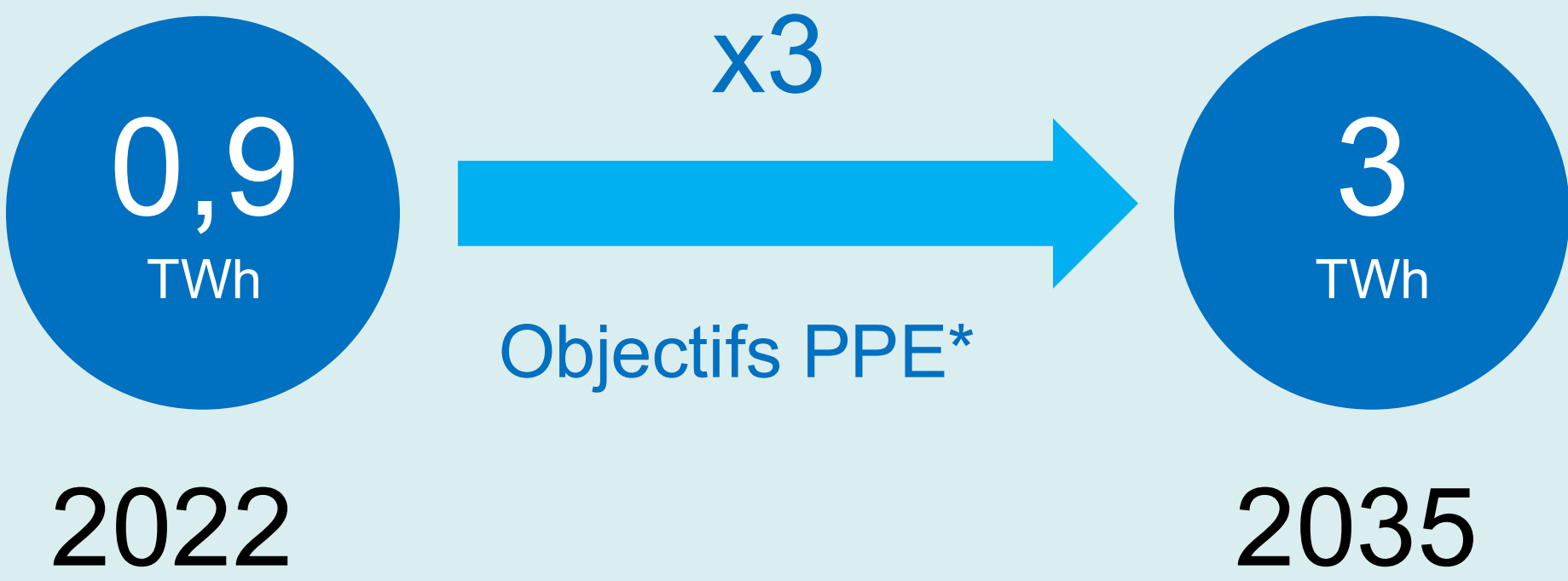
- **Une échelle locale** : Si la longueur moyenne est de **5,5 km**, le réseau "typique" (médiane) ne mesure que **3 km**, loin du maximum de 100 km.
- **Une énergie décarbonée** : Avec une médiane à **0,025 kg CO₂/kWh**, la majorité des réseaux offre une alternative très bas carbone.
- **Une haute efficacité** : Le rendement de distribution médian atteint **94 %**, prouvant que les pertes en ligne restent marginales pour la plupart des installations.
- **Une densité variable** : Ces réseaux desservent en moyenne **39 points de livraison**, allant d'un bâtiment unique à plus de 800 pour les plus vastes

Enjeux et Performances

ENJEU : Stopper la diffusion des climatisations individuelles, bien moins performantes que les réseaux de froid (COP = 3 VS COP = 4 à 5 pour les réseaux de froid).

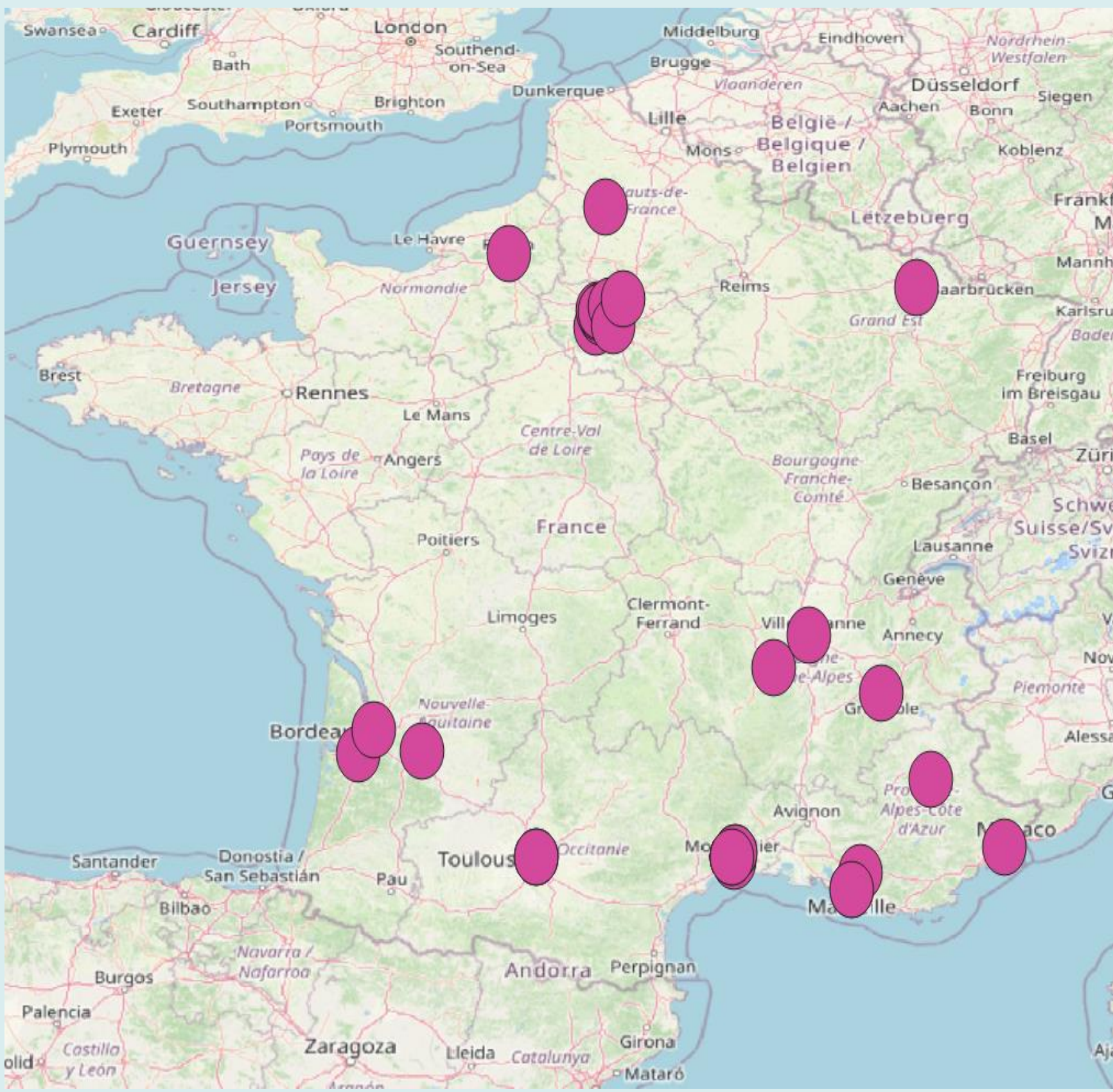
Free Cooling → Levier majeur d'efficacité énergétique et de décarbonation.

Livraison de froid :



*PPE = Programmation Pluriannuelle de l'Énergie

Où sont-ils ?

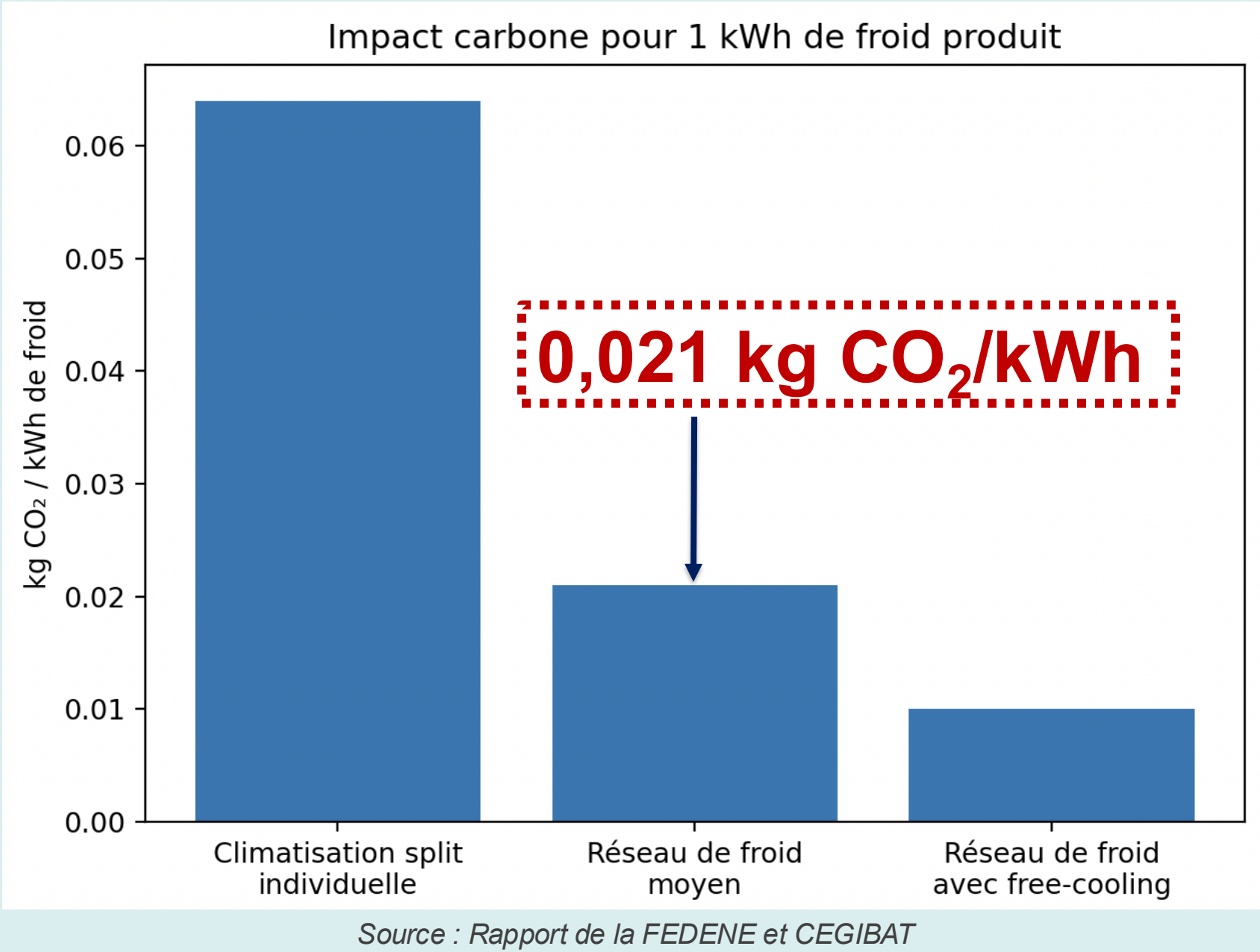


La France compte **43 réseaux de froid**. On remarque que les réseaux de froid se concentrent dans les régions de plus forte densité en raison de la centralisation des échanges de froid qui nécessite un ratio longueur de canalisation / nombre de clients faible. Les grandes métropoles de France (Paris, Lyon, sont donc à même d'accueillir ces infrastructures. En France on compte 270 km de canalisations et 1637 bâtiments raccordés.

L'impact environnemental

Bilan carbone :

Plus vertueux environnementalement qu'une climatisation

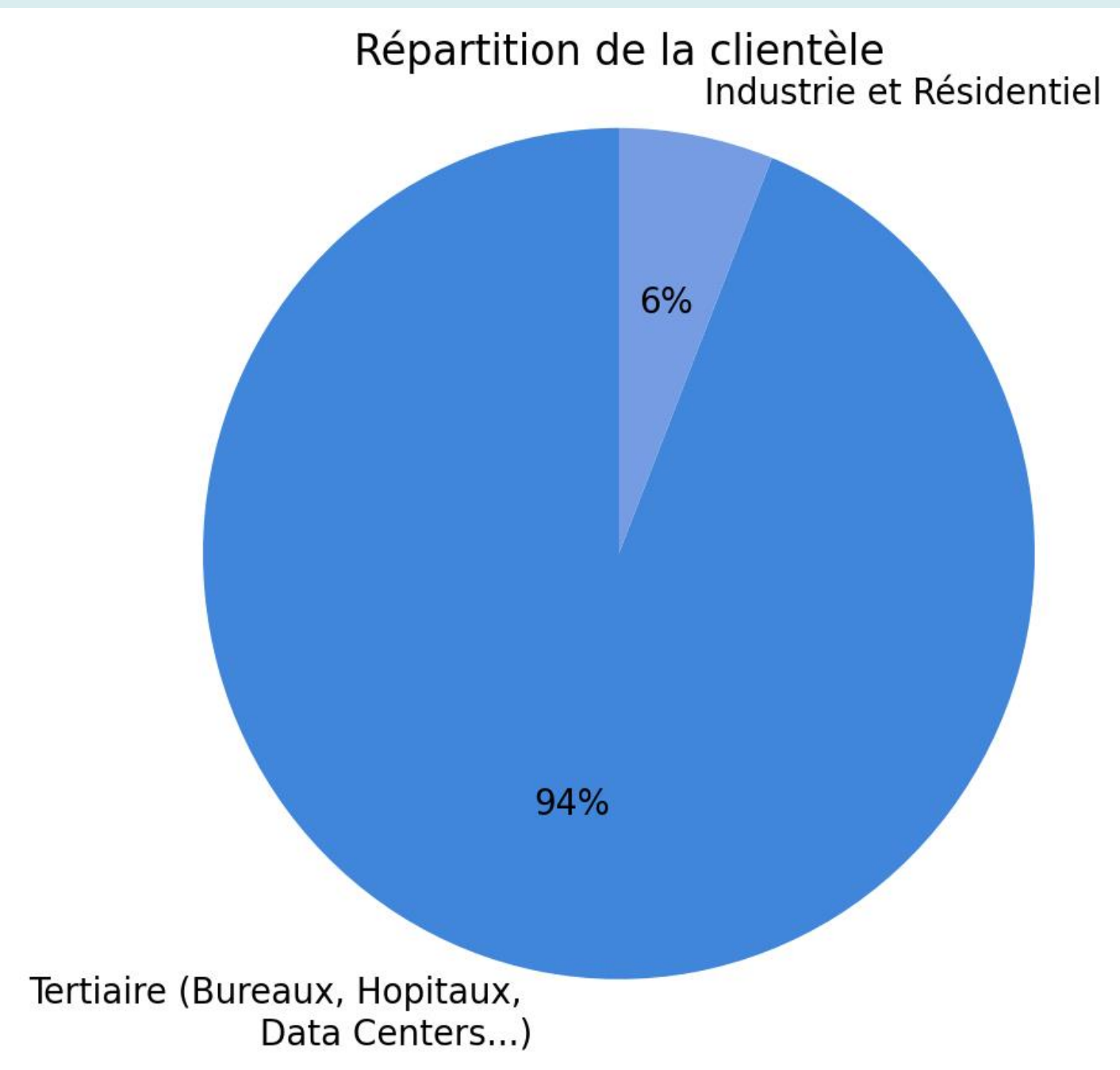


Valeur basse : Réseau de froid environ 3 fois moins carboné que la climatisation individuelle classique.

Fuites de fluides

Le principal impact environnemental lors de l'utilisation d'un système utilisant des fluides frigorigènes (telles que les machines à absorption), est la fuite de ceux-ci dans l'environnement, dans le cas où ces fluides ont un pouvoir de réchauffement global non nul (cas des HFC par exemple). Dans les réseaux de froid c'est l'eau qui circule. Ainsi, les fuites ne sont pas un risque pour l'environnement

Les utilisateurs



Source : Rapport de la FEDENE

Tertiaire (Le Cœur du Marché) :

Besoins de confort (bureaux / commerces) et de process (data centers).

Industriel (Le Client Stable) :

Besoins constants toute l'année. Contraintes de haute Fiabilité.

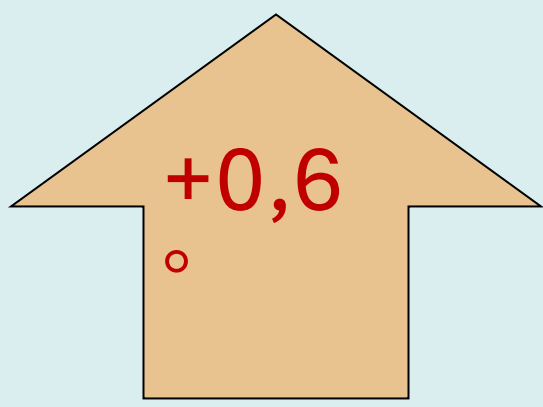
Résidentiel (Le Défi) :

Secteur le plus complexe. Coûts élevés pour se raccorder au réseau.

Le froid dans le monde :
Un confort nécessaire

Important en temps de fortes chaleurs/canicules !

- Climatiseurs individuels aggravent les **îlots de chaleur** et amplifient le besoin de climatisation.
- Réseaux de froid centralisés permettent de répondre aux besoins tout en réduisant la chaleur rejetée et en optimisant l'efficacité énergétique



En moyenne due à l'utilisation en masse de climatiseurs individuels en ville

Source : MDPI

Le stockage

Problème : Offre dure à assumer face aux pics de demande notamment l'été.

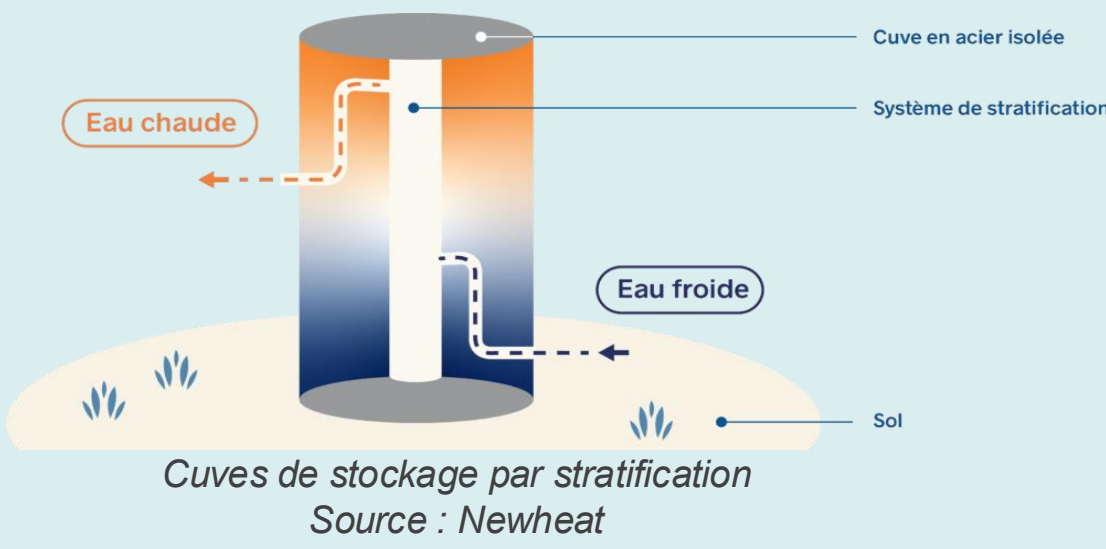
→ Solution proposée : Stocker le froid produit la nuit pour le déstocker pendant ces pics (Peak Shaving)

Stockage par eau glacée : cuves (~10000m³)

Phase de nuit : Les groupes de froid tournent, la cuve se remplit de froid et la couche isolante monte.
Phase de jour : On soutire le froid par le bas avec les machines réduites, la couche isolante redescend

Stockage par glace :

L'eau est refroidie pendant la nuit pour être transformée en glace qu'on fait fondre pendant la journée.



Défis et perspectives :

1. Un des défis les plus importants du développement des réseaux de froid, est leur coût de réalisation qui résulte surtout de l'investissement initial travaux de voirie complexes).
 2. Un autre enjeu majeur concerne la gestion des pics de demande, notamment lors des épisodes de canicule. Cela implique d'anticiper les besoins via un stockage en amont de froid (la nuit), dans de grandes piscines.
 3. En perspective, une planification territoriale adaptée et des mécanismes d'incitation favorisant le déploiement des réseaux de froid permettraient d'accélérer leur développement à l'échelle nationale et européenne.
- Dans un contexte de réchauffement climatique et d'augmentation des besoins en refroidissement, les réseaux de froid présentent un fort potentiel pour les bâtiments et l'industrie grâce à une production de froid plus efficace, mutualisée et durable, sous réserve de lever les défis techniques, économiques et organisationnels liés à leur déploiement.

