

La transition énergétique implique de gérer les décalages temporels entre production et consommation d'énergie. C'est particulièrement vrai pour la chaleur, qui représente environ 50 % de la demande finale d'énergie dans le monde. Le stockage thermique constitue ainsi une solution clé pour valoriser la chaleur renouvelable, la chaleur fatale industrielle ou l'électricité excédentaire convertie en chaleur.

Parmi les différentes approches — stockage sensible, latent ou thermochimique — la première est aujourd'hui la technologie la plus mature. L'énergie est stockée en élevant la température d'un matériau, puis restituée lorsque celui-ci refroidit. La quantité de chaleur stockée dépend de la capacité thermique du matériau, et c'est sa nature qui va définir les 3 principales familles de stockage sensible.

Le stockage de chaleur dans des matériaux solides (sable, roches, graviers, béton réfractaire ou céramiques) a l'intérêt de la robustesse et du faible coût des matériaux, souvent disponibles localement. Les températures de fonctionnement peuvent dépasser 1000 °C dans certaines applications industrielles. Les défis concernent surtout le transfert thermique et les contraintes mécaniques liées aux cycles de chauffage et de refroidissement.

L'un des grands atouts de cette forme de stockage thermique pour l'industrie est son coût par unité d'énergie (inférieur à celui des batteries) et sa modularité. Les matériaux utilisés sont souvent bon marché et abondants. Cette caractéristique en fait une solution particulièrement attractive pour le stockage de longue durée, là où les batteries deviennent coûteuses.

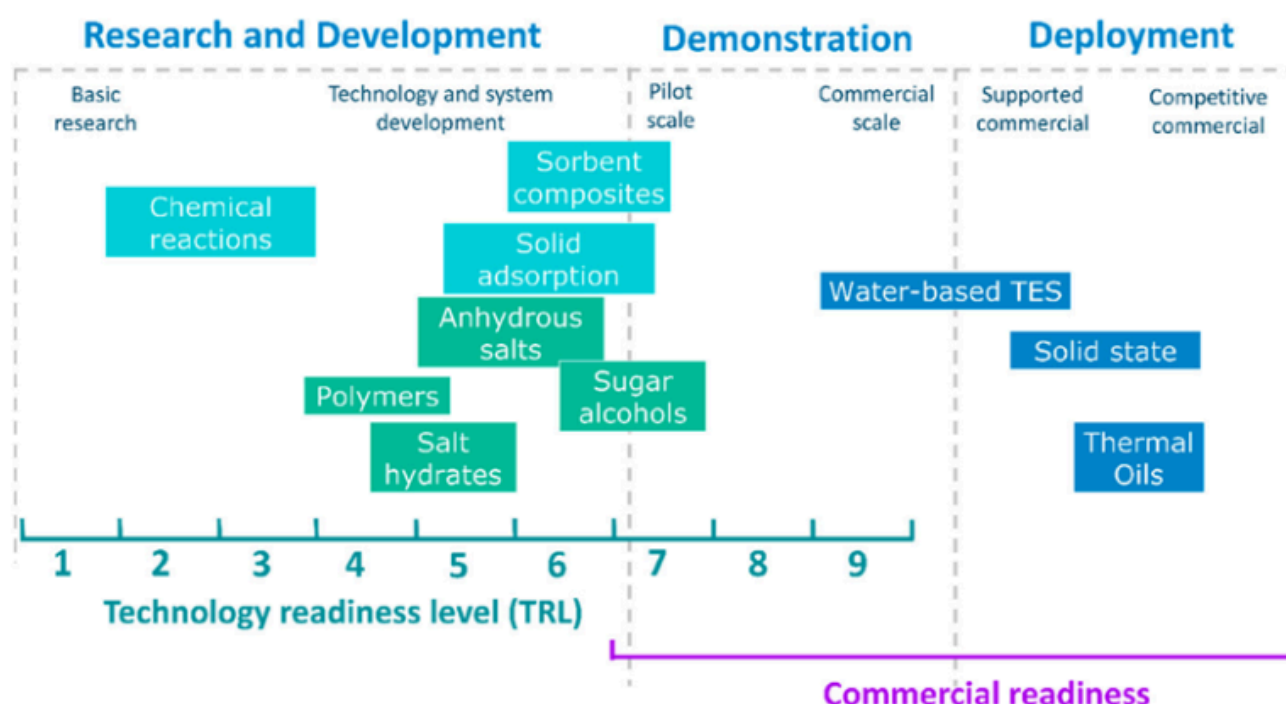


Figure 1 – Niveau de maturité des technologies de stockage de chaleur industrielle (100–300°C) sensible (en bleu), latente (en vert) et thermochimique (en turquoise) (Palacios et al., 2025)

Le stockage dans l'eau constitue la solution la plus répandue. C'est le principe des ballons d'eau chaude domestique, et à grande échelle, des réservoirs d'eau chaude peuvent atteindre plusieurs dizaines de milliers de mètres cubes, et pourraient permettre de conserver la chaleur estivale pour le chauffage hivernal de quartiers entiers. Cependant, leur densité énergétique, qui impose des volumes de stockage élevés, est une limite importante.

Pour les applications à haute température, on utilise des fluides caloporteurs, notamment des huiles thermiques synthétiques. Ils sont particulièrement utilisés dans les centrales solaires à concentration et permettent de stocker la chaleur à environ 500 °C, ce qui autorise la production d'électricité quelques heures après le coucher du soleil. Leurs limites sont les problèmes de corrosion, de stabilité chimique et de coût.

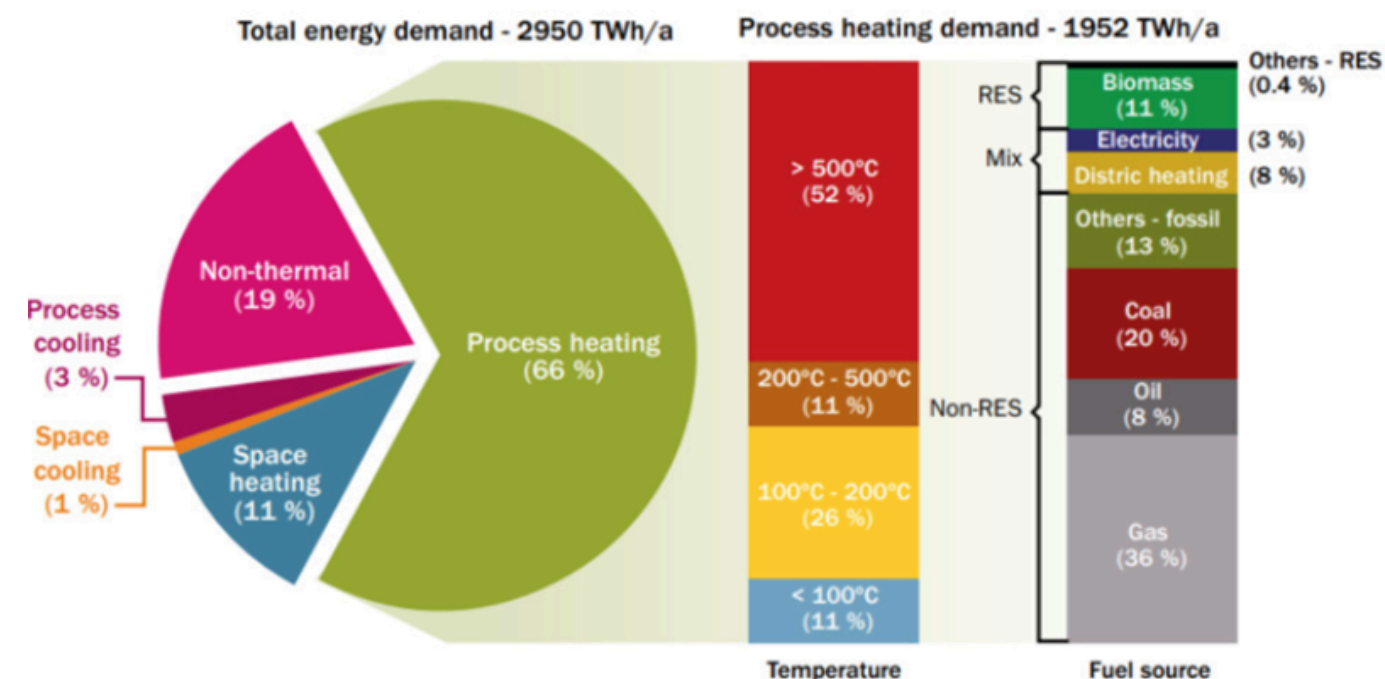


Figure 2 – Demande énergétique européenne de l'industrie par application, température de procédé et source d'énergie (Palacios et al., 2025)

Une grande partie de la consommation énergétique industrielle concerne la chaleur de procédé (100 à 1000 °C). Le stockage thermique permet notamment de valoriser la chaleur fatale, de lisser la consommation énergétique et de convertir l'électricité renouvelable excédentaire en chaleur. Il serait en cela clé pour intégrer des parts élevées d'énergies renouvelables variables dans les systèmes énergétiques. Cette approche pourrait contribuer à réduire significativement les émissions de la sidérurgie, de la production de ciment, de l'agroalimentaire ou encore de la chimie.

La France possède quelques atouts : un réseau de chaleur en expansion, un potentiel de récupération de chaleur industrielle important, et des politiques publiques favorables (fonds chaleur de l'ADEME). La principale incitation à leur déploiement sera économique : une énergie plus chère et plus volatile est déterminante, et nous sommes à l'aube du seuil de rentabilité.