

8 solutions TES prêtes à être intégrées

13 février 2025, 11:18

Pieter Jan Jordaens

Huit études de cas industrielles pleinement opérationnelles

Les technologies de stockage d'énergie thermique (TES) apparaissent comme une solution révolutionnaire pour décarboner la chaleur et équilibrer l'offre et la demande d'énergie dans des conditions intermittentes. Rejoignez-nous pour découvrir comment ces technologies sont prêtes à évoluer, à générer des économies et à rendre la production neutre en carbone.

Cet article est co-écrit avec Giuseppe Casubolo - Directeur chez Vola Alto Consulting

1. Stockage d'énergie thermique à base de pierres concassées

Brenmiller Europe

Le stockage par chaleur sensible à base de pierres concassées est une solution rentable pour stocker la chaleur à haute température. Ce système permet un stockage d'énergie à grande échelle de **10 à 100+ GWh** à un coût marginal de 2 à 4 dollars/kWh, adapté à la production de vapeur pour générer de l'électricité, de l'eau chaude ou de l'air chaud industriel. Le système bGen

de Brenmiller offre une maintenance réduite, une durée de vie supérieure à 30 ans et **un coût**



rsqu'il est chargé
z dans de

2. Stockage d'énergie thermique à base de sels fondus

John Cockerill

Le secteur de l'énergie a déjà adopté le TES à l'échelle commerciale avec les centrales solaires à concentration (CSP). Une CSP peut en effet stocker de l'énergie sous forme de chaleur en utilisant des sels fondus : un fluide peu coûteux, ignifuge et non polluant composé de nitrate de sodium et de nitrate de potassium. En 2020, **plus de 21 GWh de TES** à base de sels fondus étaient installés dans le monde. Depuis, 14 GWh supplémentaires ont été mis en service. Par ailleurs, des

systèmes de chauffage électrique sont actuellement envisagés pour permettre à l'électricité (généralement issue de sources renouvelables telles que le photovoltaïque) de chauffer directement les sels fondus (technologie « Power to X »). À l'avenir, les technologies TES à haut



es et les cycles au

3. Technologie de lit de sable fluidisé

Magaldi Power

Le MGTES (Magaldi Green Thermal Energy Storage) est un système de stockage d'énergie électrothermique innovant et breveté basé sur un lit de sable fluidisé. Le système stocke l'énergie propre provenant de sources renouvelables ou directement du réseau pendant les heures creuses, puis la restitue sous forme d'énergie thermique à haute température (ex. : vapeur surchauffée) pour des applications industrielles. Le MGTES fonctionne en trois phases : la charge (chauffage du sable via des radiateurs électriques ou des fluides à haute température), le stockage (conservation de l'énergie pendant des périodes prolongées avec une perte minimale en désactivant la fluidisation) et la décharge (fourniture d'énergie thermique aux processus industriels). Grâce à sa

conception modulaire offrant des capacités de stockage **de 5 MWh à 100 MWh**, le MGTES est suffisamment flexible pour répondre à un large éventail de besoins industriels, en résolvant la question de l'intermittence des énergies renouvelables et en favorisant la décarbonation dans des



uction chimique et le

4. Énergie solaire thermique concentrée et décarbonation de la chaleur industrielle grâce au stockage d'énergie thermique

ENERGYNEST

Les solutions ThermalBattery™ d'ENERGYNEST captent, stockent et réutilisent l'électricité, la chaleur ou la vapeur comme énergie propre afin de permettre à des secteurs tels que l'industrie chimique, l'alimentation et les boissons ou l'industrie de la pâte et du papier de gagner en flexibilité, réduire leurs coûts et décarboner leur activité. Avec une efficacité thermique élevée (plus de 95 %), une conception robuste et une installation plug-and-play, les solutions ThermalBattery™ peuvent être utilisées à diverses fins : approvisionnement en vapeur verte 24h/24 et 7j/7, récupération de chaleur résiduelle, etc. Des projets comme ceux entrepris avec *Avery Dennison* en Belgique et *YARA International* en Norvège démontrent leur potentiel.



5. Batterie thermique ThermalPod : électrification flexible de la chaleur industrielle

Brabetech

Les sels fondus constituent un fluide caloporteur très efficace pour les applications à haute température, et Brabetech a développé des sels fondus ternaires innovants aux propriétés améliorées. Ces nouveaux sels fondus présentent un point de fusion plus bas, une corrosivité réduite, une conductivité thermique élevée et une longue durée de vie tout en étant biodégradables, ce qui en fait une solution parfaitement adaptée au transfert et au stockage de chaleur industrielle à petite échelle. **Avec une plage de fonctionnement allant de 150 à 500 °C,**

ils peuvent être utilisés pendant un maximum de 25 ans et permettent de réduire les émissions de CO2 grâce à l'utilisation d'énergies renouvelables. La batterie thermique ThermalPod® de Brabetech, capable de fournir une chaleur industrielle électrique **jusqu'à 400 °C,** optimise les temps de charge en fonction des prix de l'énergie, permettant ainsi aux utilisateurs de réduire leurs coûts, de diminuer leurs émissions et d'échanger de l'énergie contre des revenus supplémentaires.

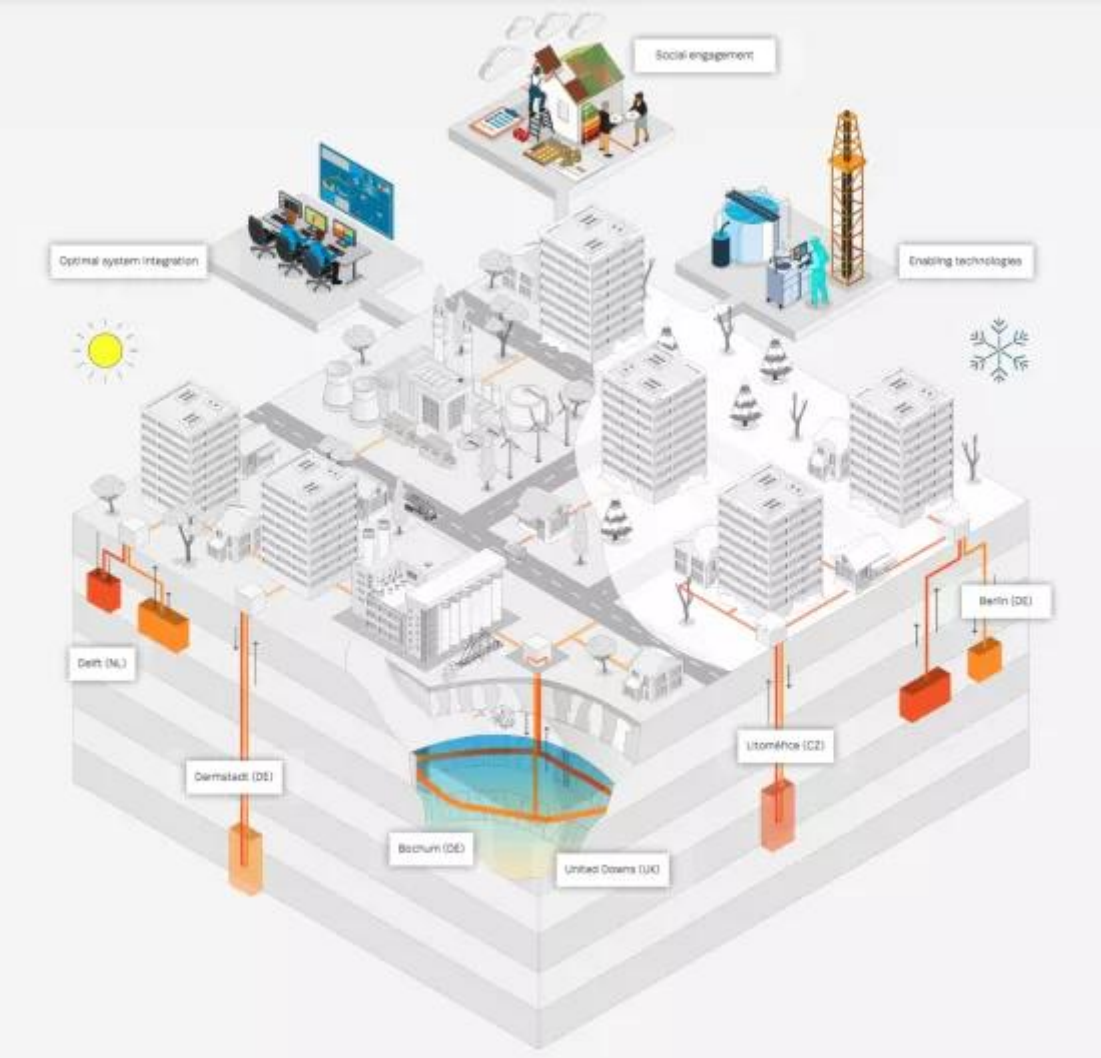


panneaux solaires,
vantages financiers.

6. Stockage d'énergie thermique souterrain à haute

PUSH-IT, Energyville

L'acronyme PUSH-IT signifie Piloting Underground Seasonal Heat Storage in Geothermal Reservoirs. **Ce projet vise à surmonter l'inadéquation saisonnière entre la demande de chaleur et la production de chaleur à partir de sources durables en utilisant le stockage de chaleur souterrain**. Financé par l'UE, il met l'accent sur trois technologies innovantes de stockage de chaleur à haute température – le TES en aquifère (ATES), le TES par puits de forage (BTES) et le TES en cavité (MTES) – sur six sites européens, ainsi que sur les technologies habilitantes,



ciaux. PUSH-IT a
ures élevées, jusqu'à

7. Stockage d’énergie thermique en lit fixe

Energyville

Les systèmes de stockage d’énergie thermique en lit fixe, qui utilisent du sable dans des fosses isolées, ont démontré une grande efficacité pour le stockage saisonnier de l’énergie solaire thermique, permettant **des économies d’énergie de 64 % à 91 %** selon la taille du stockage. Ces systèmes se sont avérés efficaces dans les applications résidentielles et de chauffage urbain, même dans les climats glacials. La conductivité thermique élevée du sable et sa capacité thermique spécifique en font un milieu idéal, où l’on fait circuler un fluide caloporteur pour stocker la chaleur pendant les périodes de faible demande (ex. : l’été) et la restituer pendant les périodes de forte demande (ex. : l’hiver). Depuis 2020, des installations expérimentales en Finlande emploient avec succès le TES en lit fixe pour le chauffage urbain, validant encore davantage son efficacité, notamment **en fournissant 65 à 75 % de l’eau chaude sanitaire requise pour les systèmes de stockage journalier.**



8.Conception de pompe à haute température pour les applications de stockage d’énergie en milieu fondu

Sulzer

Les pompes de circulation de sels fondus de Sulzer sont conçues pour transporter des sels fondus à température extrêmement élevée ; un fluide caloporteur essentiel dans les systèmes d’énergie solaire concentrée (CSP). Ces pompes à arbre vertical sont utilisées dans les tours solaires situées au centre des champs d’héliostats ainsi que dans les réflecteurs cylindro-paraboliques pour, entre autres, chauffer les sels fondus dans les récepteurs solaires, alimenter les générateurs de vapeur, stocker l’énergie thermique et prolonger les opérations des CSP au-delà du coucher du soleil. Avec des capacités allant jusqu’à 4 000 m³/h, une hauteur allant jusqu’à 350 m et des températures allant **jusqu’à 600 °C**, les pompes VEY et VNY offrent un rendement, une durabilité et une fiabilité élevés. Dans les systèmes à héliostats, les sels fondus permettent de produire de la vapeur surchauffée à haut débit, tandis que les réflecteurs cylindro-paraboliques utilisent les sels fondus pour stocker la chaleur afin de prolonger les heures de fonctionnement. Sulzer prend également en charge les configurations hybrides solaire-fossile et les réflecteurs linéaires de Fresnel, plus rentables, offrant ainsi des solutions avancées pour optimiser l’intégration de l’énergie solaire. Leurs techniciens de maintenance expérimentés garantissent la fiabilité et les performances des équipements.

En savoir plus:

- Fiche d’information IEA-ES sur le stockage de chaleur à base de sels fondus
- Fiche d’information IEAS-ES sur le stockage de chaleur en milieu solide

Auteurs



Pieter Jan Jordaens