

Effacité énergétique : stocker la chaleur fatale pour réduire la consommation d'énergie

Retour d'expérience avec la société Eco-Tech Ceram

26 mai 2020

Jean-Marc PIATEK

Chef Département Maîtrise de l'Énergie

ATEE

jm.piatek@atee.fr



Sommaire

- **Contexte lié au stockage de la chaleur fatale**
- **Quelques chiffres-clefs**
- **Caractéristiques principales des technologies de stockage**
- **Lignes directrices pour mener un projet**
- **Solutions de financement**

Contexte lié au Stockage/Chaleur fatale

- **Disponibilité** : origine historique du stockage, encore vrai dans les régions isolées avec difficultés d'accès à l'électricité, permet de **subvenir à une fourniture d'énergie quand les réseaux de distribution font défaut**.
- **Efficacité** : la récupération de chaleur ne correspond pas toujours avec les besoins calorifiques, le stockage de la chaleur est un des moyens **d'optimiser les performances des systèmes énergétiques industriels**, en restituant au bon moment la chaleur et en subvenant aux pics de consommation.
- **Flexibilité** : le stockage de chaleur est une réponse au besoin de flexibilité pour le système électrique (contexte de développement des ENR) et ainsi de **renforcer la sécurité des réseaux électriques**.
- **Compétitivité** : fourniture d'énergie quand l'énergie est plus chère (réduction facture énergétique), relation entre le stockage thermique et la conversion d'électricité en chaleur : « power-to-heat ».



Contexte lié au Stockage/Chaleur fatale

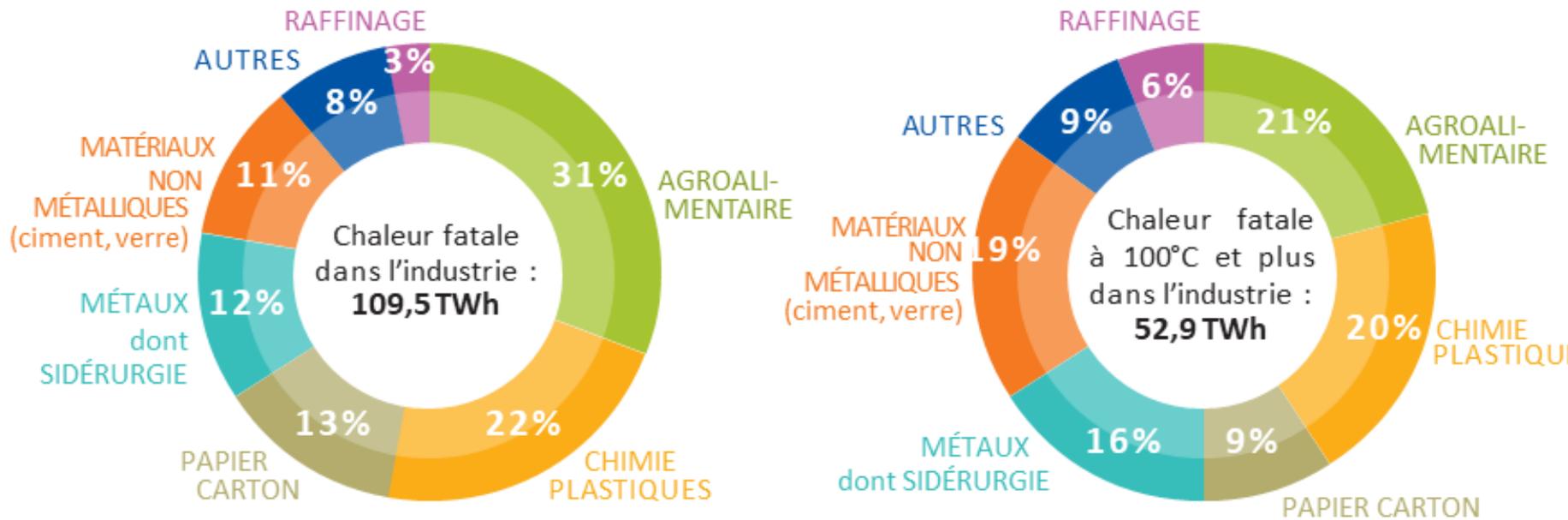
- **Environ un tiers de l'énergie combustible consommée dans l'industrie est rejetée sous forme de chaleur** (*ADEME Chaleur Fatale édition 2017, réf. 8821*).
- **PPE - Objectif de réduction de la consommation finale d'énergie par rapport à 2012 est de – 7,5 % en 2023 et de – 16,5 % en 2028** (*Décret no 2020-456 du 21 avril 2020 relatif à la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie*)
- **PPE - Objectif de développement de la chaleur renouvelable et de récupération en France** métropolitaine continentale livré par les réseaux de chaleur 24,4 TWh en 2023 (Option basse : 31 TWh , Option haute : 36 TWh, en 2028).

Chiffres-Clefs

109,5 TWh, soit **36%** de la consommation de combustibles de l'industrie ,
rejetés sous forme de chaleur, dont **52,9 TWh** perdus à plus de 100°C

Origine du gisement

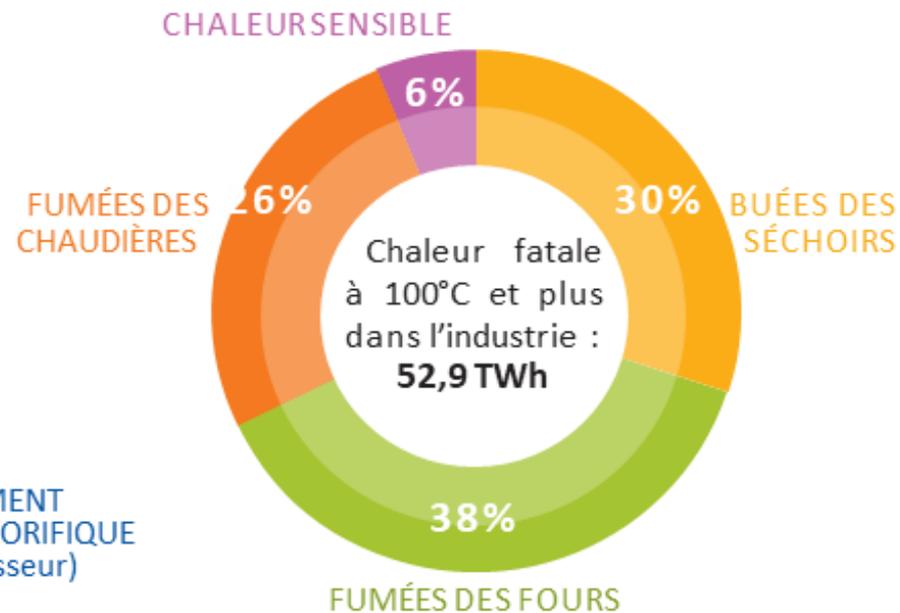
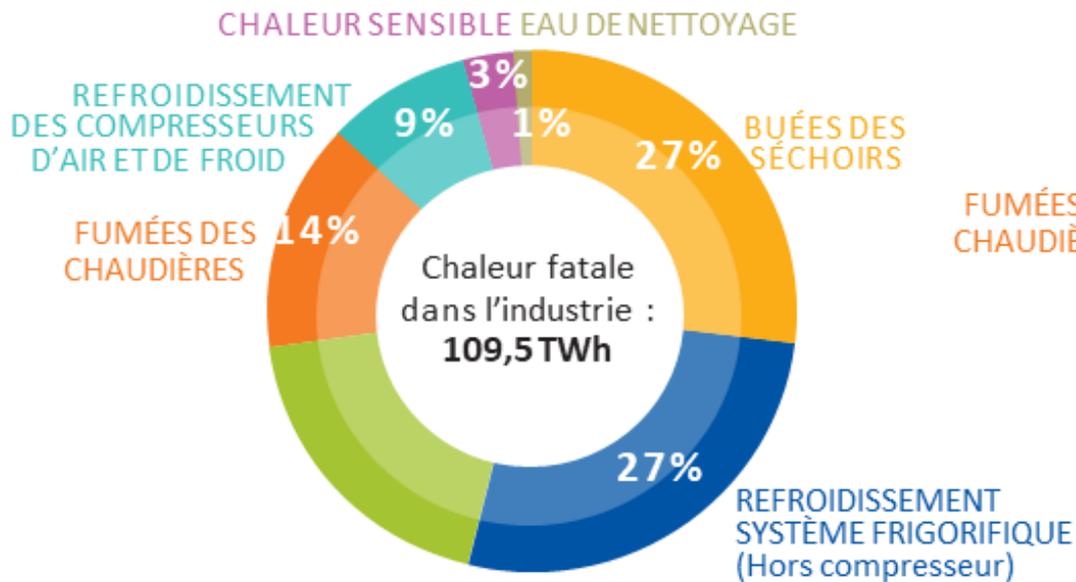
La moitié du gisement concerne les deux grands secteurs de l'agro-alimentaire et de la chimie.



Source ADEME brochure Réf 8821 septembre 2017

Chiffres-Clefs

Répartition des gisements de chaleur fatale en fonction des types de rejets

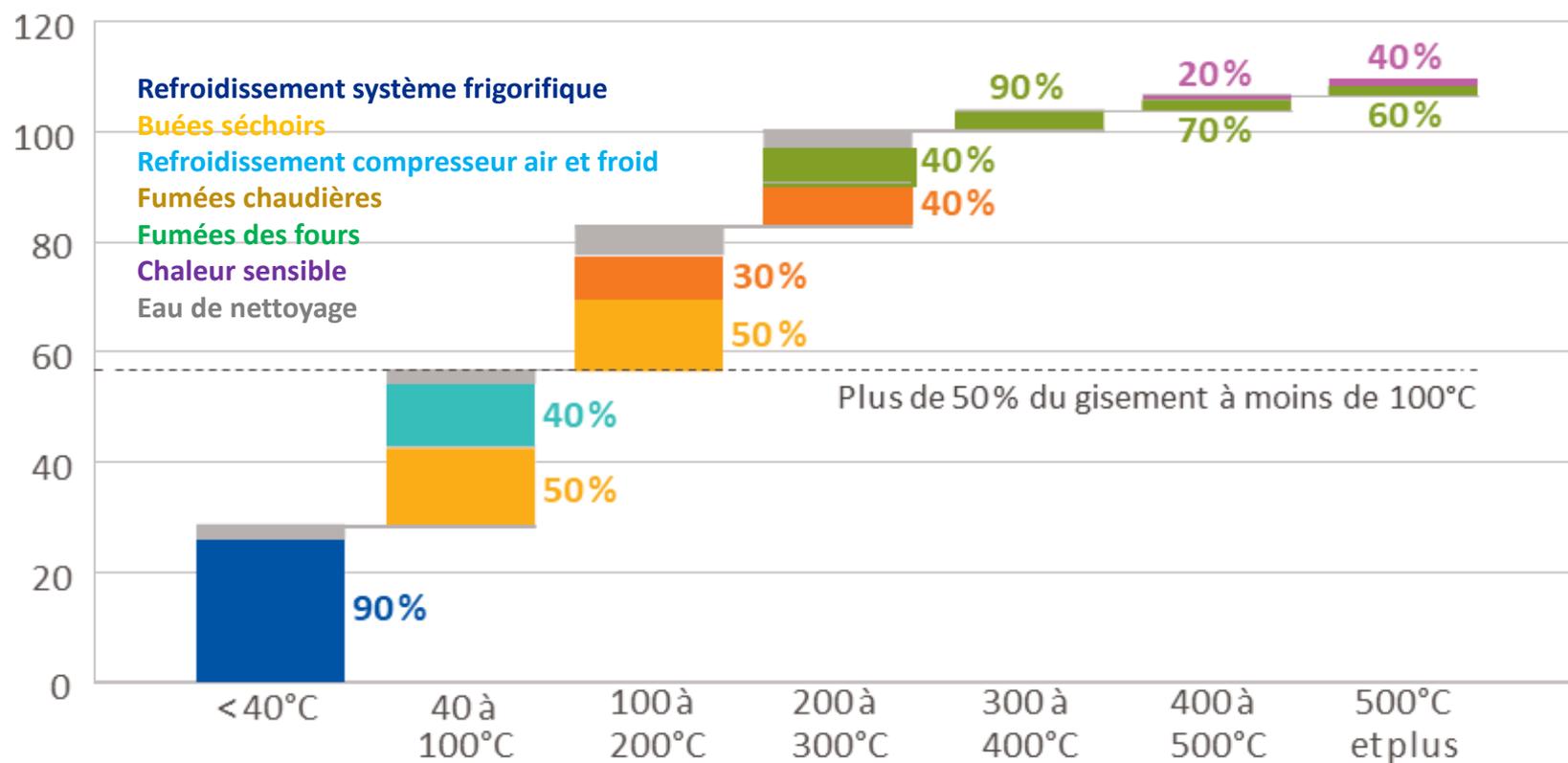


Source ADEME brochure Réf 8821 septembre 2017

Chiffres-Clefs

Par niveaux de température

Gisement en TWh



Source ADEME brochure Réf 8821 septembre 2017

Caractéristiques principales des technologies de stockage les plus répandues

	Sensible (eau chaude)	Sensible (sels fondus)	Latent (paraffine)	Thermochimique (lit de zéolithe)
Densité énergétique	Faible 35 kWh/m ³	Moyenne 60-70 kWh/m ³	Moyenne 50-60 kWh/m ³	Élevée 150 kWh _{th} /m ³
Prix du matériau de stockage	Faible CAPEX : ~ 2-12 €/kWh _{th} OPEX : ~ 0,05€/kWh _{th} /an	Faible CAPEX : ~ 20€/kWh _{th} OPEX : ~ 0,3€/kWh _{th} /an	Elevé CAPEX : 220-320 €/kWh _{th} OPEX : ~0,7 €/kWh _{th} /an	Moyen CAPEX : ~40 €/kWh _{th} OPEX : ~0,4 €/kWh _{th} /an
Température de stockage	< 100°C	200°C – 350°C	- 20°C – 90°C	Jusqu'à 250°C
Durée de stockage	Limitée (pertes thermiques)	Limitée (pertes thermiques)	Limitée (pertes thermiques)	Théoriquement illimitée
Transport de l'énergie	Faible distance	Faible distance	Faible distance	Distance théoriquement illimitée
Durée de vie	20 - 30 ans	20	20 000 – 100 000 cycles	5 000 à 10 000 cycles
Maturité (récupération de chaleur fatale)	Commercialisé	Commercialisé	Échelle pilote laboratoire	Échelle pilote industriel
Technologie	Simple	Simple	Moyenne	Complexe

Document ATEE Club Stockage juin 2019

Lignes directrices pour mener un projet

- Réaliser un diagnostic: identifier les sources et puits de chaleur fatale - recenser et valider l'adéquation temporelle, niveaux de température, puissance et énergie sur base de mesures et des données de fonctionnement.
- Définir les équipements (point de vigilance CAPEX: à réduire pour augmenter la compétitivité des solutions), les ressources (OPEX : exploitation, maintenance, contrôle réglementaire...) et le planning (arrêts-démarrage).
- Identifier les solutions de financement et les mécanismes de soutien (CEE, fonds chaleur, tiers financement, prêts à taux réduits) ainsi que les compléments de rémunération, tarif de rachat de l'énergie, taxe carbone.
- Valider l'investissement, appel d'offres, contractualisation et mise en œuvre.
- Suivre les performances énergétiques dans le temps pour viser une amélioration continue.



Solutions de financement

Certificat d'Economie d'Énergie - CEE

Les fiches d'opérations standardisées

- **RES-CH-108**: Récupération de chaleur fatale pour valorisation sur un réseau de chaleur ou vers un tiers (depuis le 01/04/2020)
- **AGRI-TH-101**: Dispositif de stockage d'eau chaude de type « Open Buffer »
- **AGRI-TH-102**: Dispositif de stockage d'eau chaude
- **IND-UT-117**: Système de récupération de chaleur sur un groupe de production de froid
- **AGRI-TH-104**: Système de récupération de chaleur sur groupe de production de froid hors tanks à lait
- **BAT-TH-139** : Récupération de chaleur sur groupe de production de froid
- **IND-UT-103** : Système de récupération de chaleur sur un compresseur d'air
- **IND-UT-118** : Brûleur avec dispositif de récupération de chaleur sur un four industriel
- Travail en cours pour de nouvelles fiches opérations standardisées stockage (dont fiche industrie) ...

Les fiches d'opérations spécifiques

Solutions de financement

Fonds Chaleur (pour la récupération de chaleur fatale)

Depuis le 1er Août 2019, il y a articulation possible entre CEE/ et Fonds Chaleur
Règle générale : Pas d'articulation en cas d'aide forfaitaire

- Pas d'aide forfaitaire, uniquement par analyse économique
- Energie valorisée < 6 GWh/an
 - Si fiche d'opération standardisée → **pas éligible** au Fonds Chaleur
 - Si dossier spécifique → **soit** CEE **soit** Fonds Chaleur
 - *Exception pour les systèmes thermodynamiques :*
Articulation CEE/Fonds Chaleur
- Energie valorisée > 6 GWh/an
 - **Articulation CEE/Fonds Chaleur** dans le cadre d'une analyse économique

Courrier attestant du renoncement à une aide complémentaire CEE

Courrier attestant du volume de CEE, en MWh cumac, contractualisé avec le délégataire ou l'obligé retenu (prix fixe de 5,5 €/MWhcumac)

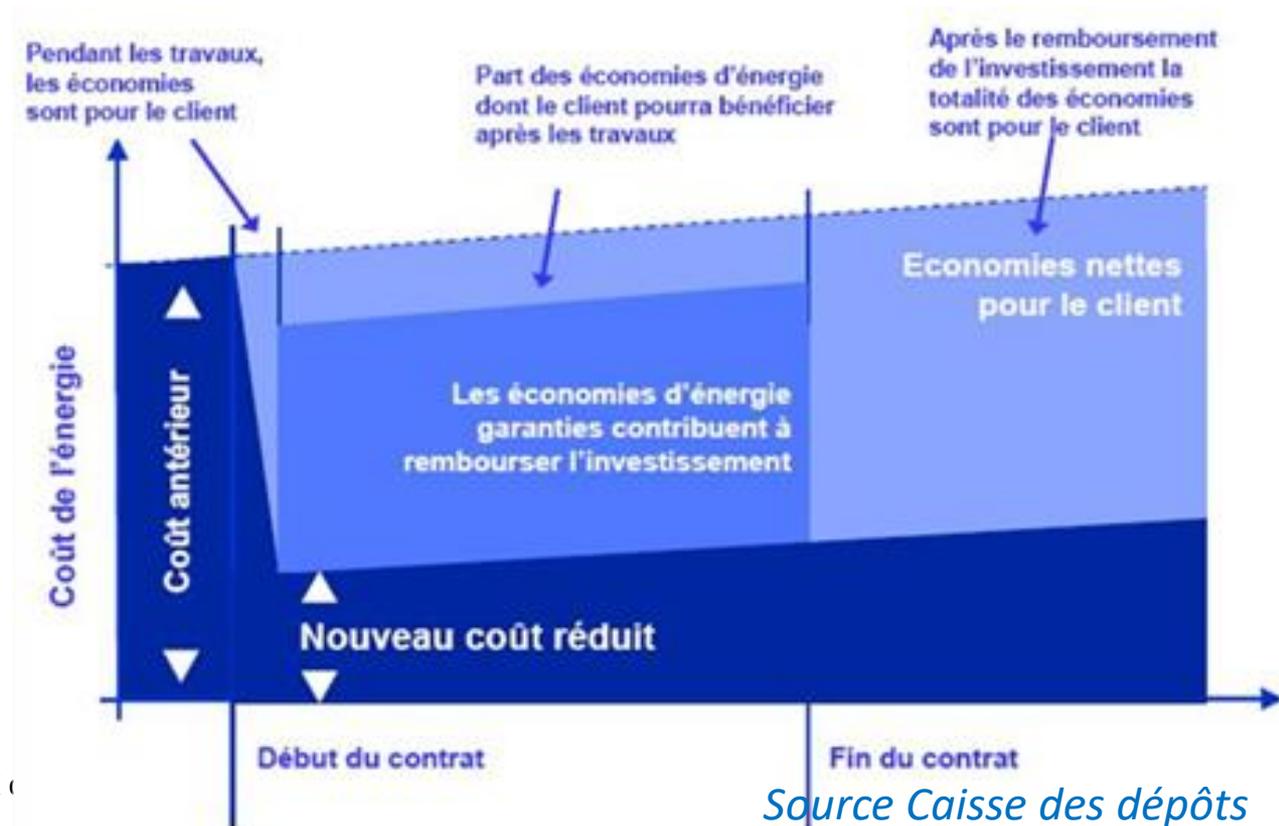
Source ADEME

Solutions de financement

Tiers Financement

Le Tiers Financement est un modèle économique qui propose une offre intégrée (conception, financement, réalisation et suivi post travaux) par laquelle les économies réalisées remboursent l'investissement. Ce modèle ne garantit pas le montant d'économies réalisées contrairement au CPE (Contrat de Performance Énergétique).

La combinaison Tiers Financement et CPE permet d'aller encore plus loin et de lever davantage de verrous au développement des économies d'énergie dans l'industrie.



Solutions de financement

Solutions

CPE (Contrat de Performance Energétique) entre l'industriel et un opérateur

Offres de tiers financement. L'opérateur propose une offre intégrée qui inclut la conception, le financement, la réalisation et le suivi post travaux de l'opération.

Atouts

- Les économies d'énergie liées aux opérations sont garanties par un contrat dans la durée
- Permet à l'industriel de s'assurer de la rentabilité de l'opération

Note : Un CPE n'inclut pas forcément le financement des investissements.

- Solution intégrée pour le client : « guichet unique » avec un interlocuteur principal : répond au manque de compétence et de temps pour gérer l'opération en interne
- Le tiers financement permet de répondre aux problématiques de financement de l'industriel

Note : Le tiers financement n'inclut pas forcément de garantie sur la performance énergétique, ni la conduite des installations.

Solutions de financement

Prêt bancaire classique : solution classique où un établissement de crédit met à disposition de l'industriel des fonds

Prêt bancaire bonifié : prêts accordés à un taux inférieur à celui du marché grâce à une aide de l'Etat.

Aides et subventions diverses: Il existe un certain nombre d'aides et de subventions à la disposition des industriels. Par exemple, les aides des Régions ou de l'Union Européenne (FEDER). les aides de l'ADEME (aides à la décision, fonds chaleur, opérations exemplaires...),

[Guide des solutions de financement de la performance énergétique \(téléchargement\)](#)