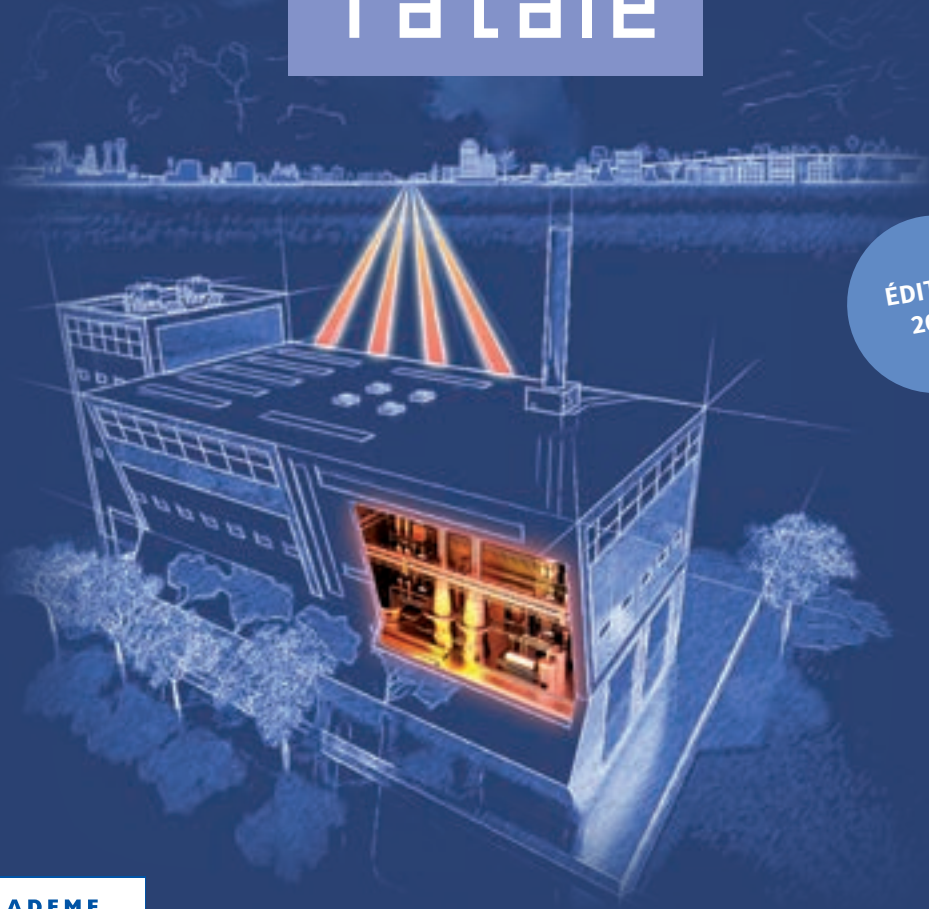




La chaleur

fatale

ÉDITION
2017



ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Coordination technique : Marina Boucher - Frédéric Streiff

Création graphique : Arc en Ciel

Impression : Imprimé en France - Pure Impression
Imprimé sur papier Cocoon silk - FSC Mixte - MIXTE - C131463
Certifié Imprim'vert - ISO 90001 - ISO 14001

Brochure réf. 8821

ISBN : 979-1-02970-895-4 - Septembre 2017 - 1500 exemplaires

Dépôt légal : ©ADEME Éditions, septembre 2017

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (Art L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Face aux enjeux de la Transition Énergétique et à un secteur Industrie qui représente plus de 20 % des consommations énergétiques de la France, l'accompagnement des acteurs industriels dans leurs efforts de réduction des consommations d'énergie est essentiel. Ceci d'autant plus, qu'à production égale, un potentiel d'efficacité énergétique de l'industrie atteignable d'ici 2035 est estimé par l'ADEME à 20 %¹.

La récupération et la valorisation de la chaleur fatale issue de l'industrie constituent un potentiel d'économies d'énergie à exploiter.

Lors du fonctionnement d'un procédé de production ou de transformation, l'énergie thermique produite grâce à l'énergie apportée n'est pas utilisée en totalité. Une partie de la chaleur est inévitablement rejetée. C'est en raison de ce caractère inéluctable qu'on parle de « *chaleur fatale* », couramment appelée aussi « *chaleur perdue* ». Cependant, cette appellation est en partie erronée car la chaleur fatale peut être récupérée. C'est seulement si elle n'est pas récupérée qu'elle est perdue.

La récupération de la chaleur fatale conduit à deux axes de valorisation thermique complémentaires :

- une valorisation en interne, pour répondre à des besoins de chaleur propres à l'entreprise ;
- une valorisation en externe, pour répondre à des besoins de chaleur d'autres entreprises, ou plus largement, d'un territoire, via un réseau de chaleur.

Au-delà d'une valorisation thermique, la chaleur récupérée peut aussi être transformée en électricité, également pour un usage interne ou externe.

Ainsi, les procédés industriels peuvent être mis en synergie : la chaleur récupérée sur un procédé peut servir à en alimenter un autre. Ils peuvent aussi constituer une source d'approvisionnement en chaleur pour un bassin d'activité industrielle, tertiaire ou résidentiel. Cette perspective, est d'autant plus intéressante que l'optimisation énergétique et son rôle crucial dans la lutte contre le réchauffement climatique nécessite une cohérence d'action entre tous les acteurs.

Pour mieux prendre en considération le potentiel énergétique disponible issu de l'industrie, à destination d'un bassin de population par exemple, les acteurs chargés de la planification territoriale doivent pouvoir bénéficier d'une information sur les gisements d'énergie récupérable, claire et argumentée par des données fiables.

Forte d'une étude conjointe entre l'ADEME et EDF, cette nouvelle édition 2017 :

- actualise les données de la précédente édition à la fois sur le gisement de chaleur fatale à plus de 100°C de l'industrie et le nombre de réseaux de chaleur ;
- étend le champ du gisement aux effluents de moins de 100°C ;
- s'intéresse aux rejets thermiques de plusieurs produits industriels importants faisant l'objet d'un refroidissement : l'acier, le clinker et le verre ;
- évalue les potentiels de trois nouveaux secteurs : les UIOM (Usine d'Incinération des ordures Ménagères), les STEP (STation d'EPuration des eaux usées), et les Data Center.

Cette publication met ainsi à disposition des chiffres qui montrent l'existence de gisements significatifs pour les industries comme pour les territoires. Ces données macroscopiques permettent d'approcher un gisement technique prospectif à l'échelle nationale et des grandes régions afin d'identifier les enjeux industriels et territoriaux. Elles ne se substituent pas aux études plus exhaustives d'identification de potentiels de chaleur fatale à l'échelle d'un site, d'un territoire ou d'une région.





¹ Étude *Actualisation du scénario énergétique ADEME 2035-2050* disponible en téléchargement sur : www.ademe.fr/mediatheque



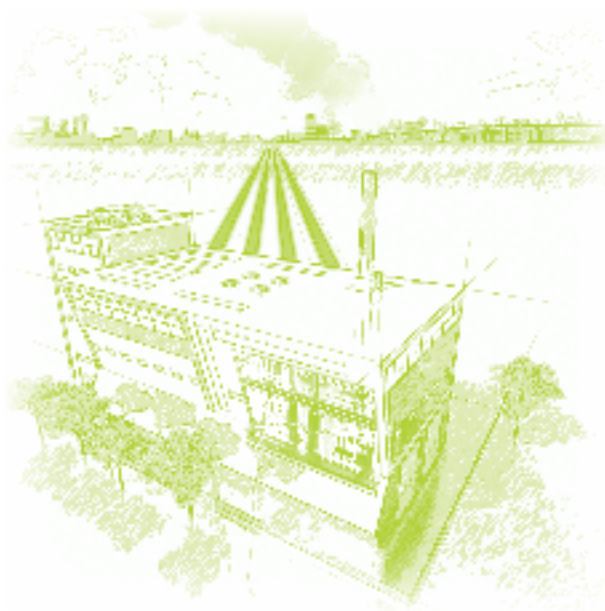
SOMMAIRE



Sommaire

 La chaleur fatale	7
La chaleur dans l'industrie	8
La récupération de chaleur fatale	12
Des gisements identifiés et quantifiés	18
 Gisement national de chaleur fatale industrielle et répartition par région	23
 Gisement national de chaleur fatale issue d'UIOM, STEP, Data Center	31
 Gisement de chaleur fatale à proximité des réseaux de chaleur existants	33
 Gisement de production d'électricité à partir de chaleur fatale	39
 Pour aller plus loin : le Fonds Chaleur de l'ADEME	43





La chaleur fatale



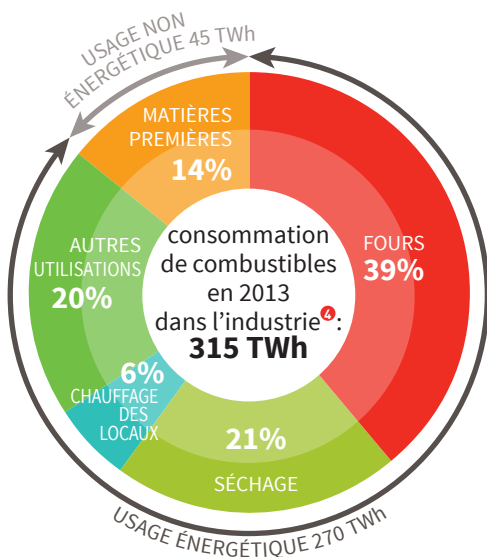
La chaleur dans l'industrie

Avec quelles énergies, pour quels usages ?

Les combustibles, essentiellement importés et d'origine fossile, représentent la principale énergie utilisée pour la production de chaleur dans l'industrie. Cette énergie provient d'une consommation en combustibles de 270 TWh² dont près de 187 TWh (69%) servent à l'alimentation des fours et des séchoirs.

L'industrie⁴ représente 22% de la consommation nationale d'énergie finale (hors usage en matière première).

L'industrie est la 3^e consommatrice d'énergie après le secteur Résidentiel et le Transport. Cela correspond à une consommation de 32,7 Mtep (sur un total de 149 Mtep).



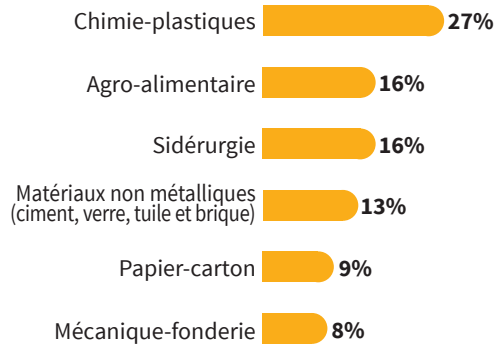
Source : ADEME, d'après CEREN

Une faible part d'électricité (18%, soit 21 TWh en 2013) sert à la production thermique (fours à résistance et à arc principalement)⁵.

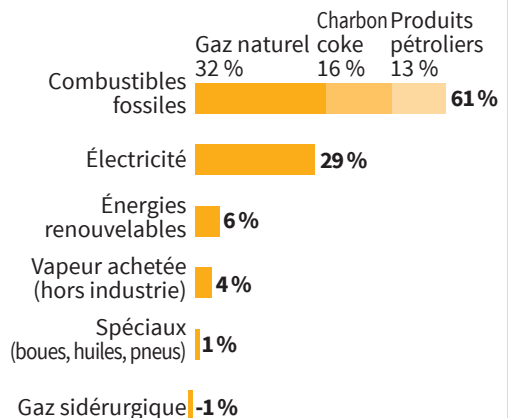
- ² Les combustibles peuvent être aussi utilisés comme matière première : gaz naturel pour la production d'engrais, coke de pétrole pour la fabrication d'électrodes nécessaires à la production d'aluminium primaire... Les combustibles utilisés dans les réactions thermochimiques, le coke pour les hauts fourneaux qui sert aussi à la réaction de réduction du minerai de fer, sont comptabilisés par convention en usage énergétique.
- ³ L'essentiel (70%) de l'énergie électrique est destiné à la force motrice.
- ⁴ Hors secteur de l'énergie (raffineries...), mais comprenant les cokeries intégrées à la sidérurgie. La consommation des activités de raffinage est de 32,6 TWh.

RAPPEL

SECTEURS D'ACTIVITÉ LES PLUS CONSOMMATEURS D'ÉNERGIE



L'INDUSTRIE FORTEMENT DÉPENDANTE DES COMBUSTIBLES FOSSILES...

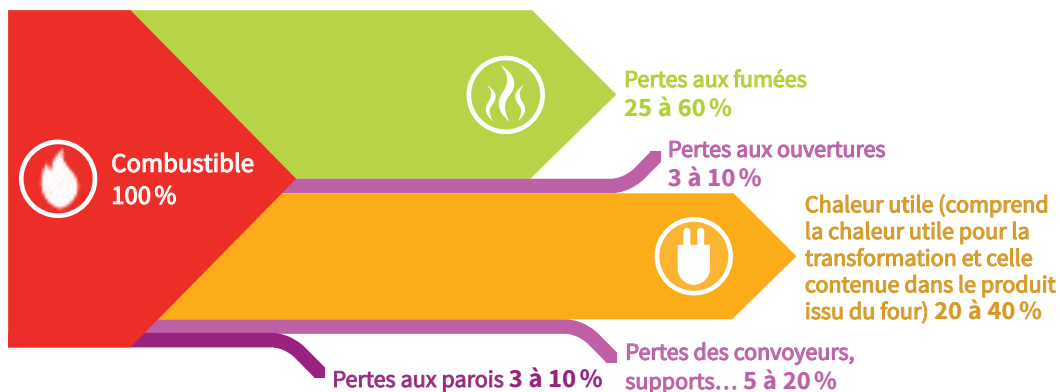


Source : Chiffres clés Climat, air et énergie de l'ADEME édition 2016

La chaleur fatale...

Elle est générée lors du fonctionnement d'un procédé. Par exemple, lors du fonctionnement d'un four, seulement 20 à 40 % de l'énergie du combustible utilisé constitue de la chaleur utile, soit 60 à 80 % de chaleur fatale potentiellement récupérable.

Bilan thermique, en régime permanent d'un four à combustible



À SAVOIR >

> LA CHALEUR FATALE, PAS QUE DANS L'INDUSTRIE

De façon générale, la chaleur fatale peut être issue :

- de sites industriels,
- de raffineries,
- de sites de production d'électricité,
- de STEP (STation d'EPuration des eaux usées),
- d'UIOM (Usine d'Incinération des ordures Ménagères),
- de Data Center,
- d'hôpitaux,
- d'autres sites tertiaires...

> CHALEUR DE RÉCUPÉRATION

On utilise également le terme de chaleur de récupération pour désigner la chaleur fatale (ou aussi perdue).

C'est la chaleur générée par un procédé qui n'en constitue pas la finalité première, et qui n'est pas récupérée.

Ainsi, la chaleur issue de la cogénération - dont le but est de produire simultanément de la chaleur et de l'électricité à partir de combustibles - n'est pas considérée

comme une chaleur de récupération d'après le bulletin officiel BOI-TVA-LIQ 30-20-20 du 30 octobre 2012 (relatif aux conditions d'application de la TVA réduite sur les livraisons d'énergie calorifique).

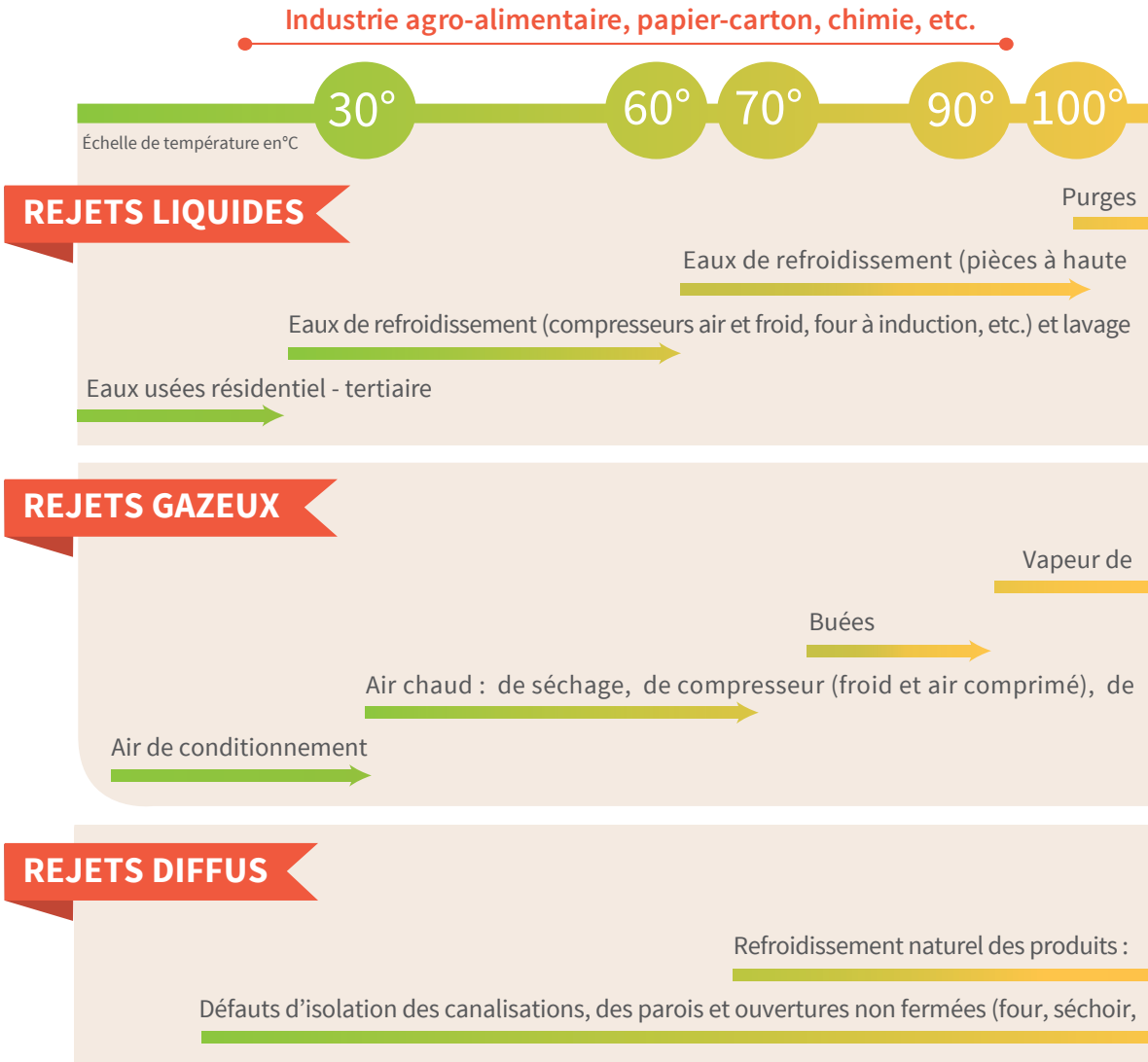


Chaleur fatale : sous quelles formes ?

Tout comme l'on parle de rejets, liquides ou solides, pour les déchets, la chaleur fatale se constitue aussi de rejets sous différentes formes :

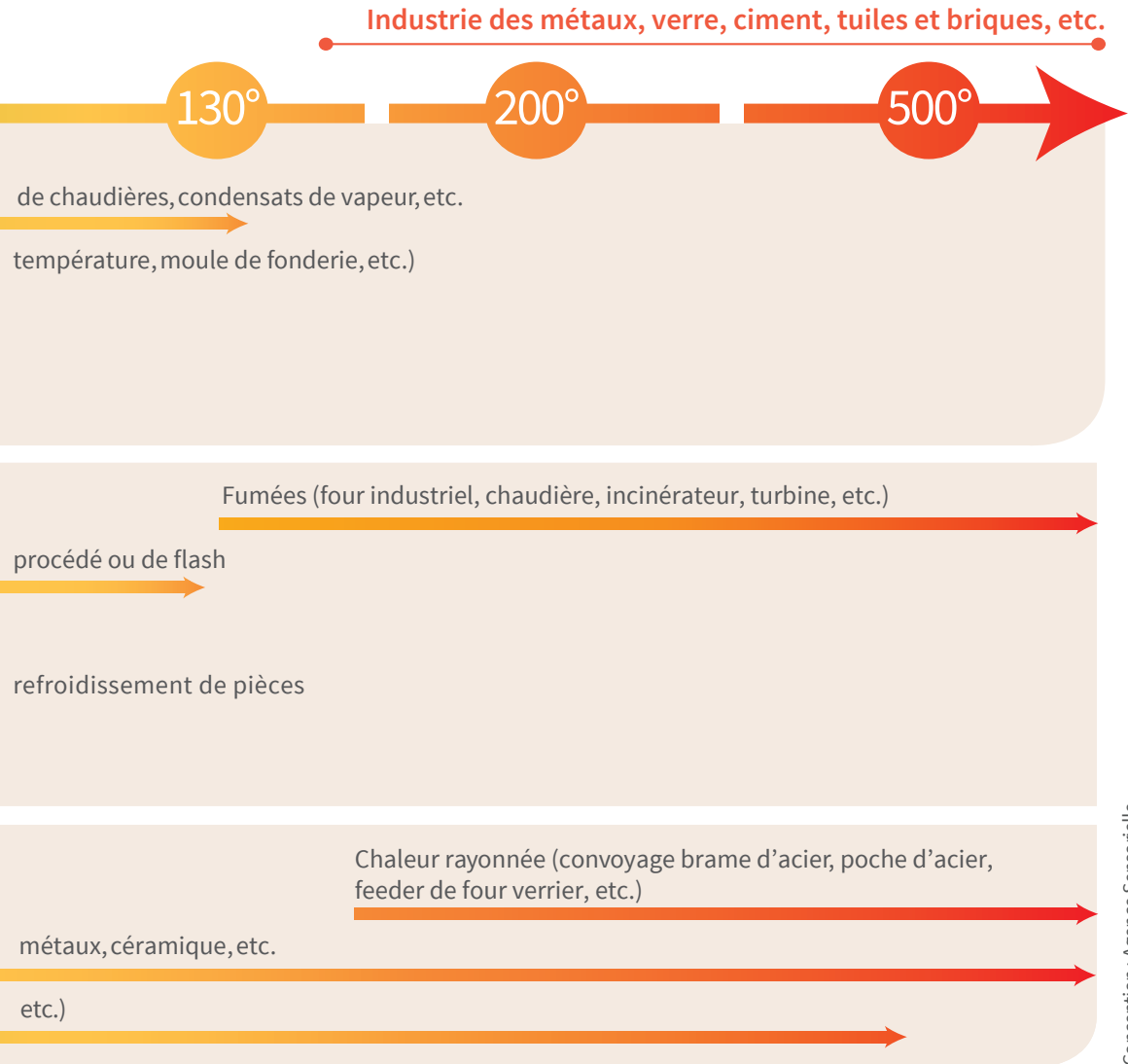
- rejets gazeux
- rejets liquides
- rejets diffus

Le captage de ces rejets est plus ou moins facile : par exemple, les rejets liquides dans les purges de chaudières sont les plus facilement récupérables, suivis des rejets gazeux dans les fumées des fours et chaudières. Les rejets diffus sont logiquement plus difficiles à capter.



Chaleur fatale : à quelles températures ?

Le niveau de température de la chaleur fatale est une caractéristique déterminante de sa stratégie de valorisation. Dans la pratique, les niveaux de température peuvent aller de 30°C (eaux usées) à 500°C (gaz de combustion...).



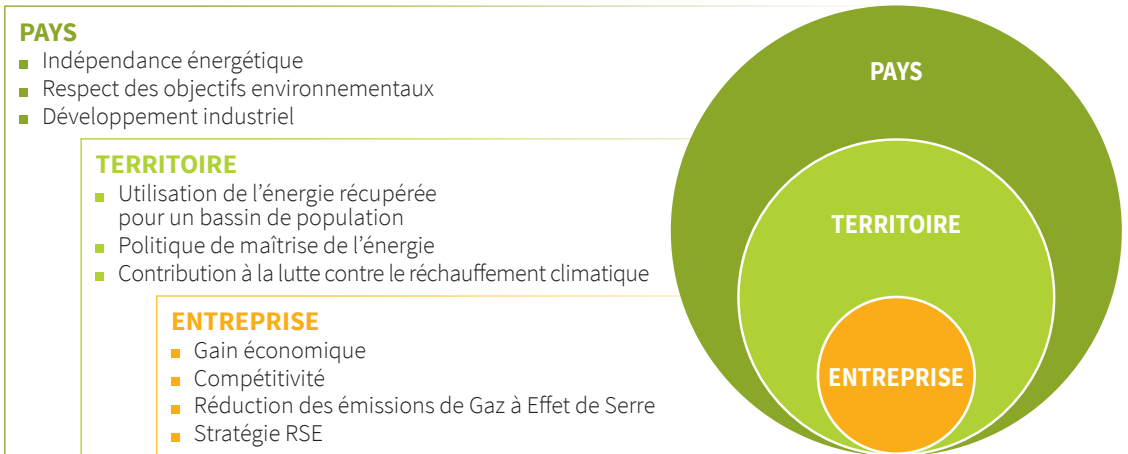
Conception : Agence Sensorielle

Secteurs origines et caractéristiques des rejets thermiques donnés à titre indicatif.



La récupération de chaleur fatale

Des enjeux sur 3 niveaux



1 Au niveau de l'entreprise

- Limiter l'achat d'énergie extérieure, et ainsi avoir une meilleure visibilité sur les coûts de production. L'énergie thermique est disponible et déjà payée !
- Réaliser un gain économique en valorisant un rejet en externe.
- Réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre en utilisant une énergie de récupération à contenu CO₂ nul et réduire dans le même temps l'émission de polluants issus de sa combustion⁵ s'il avait fallu la produire directement.
- Enrichir une stratégie RSE⁶ avec des objectifs de valorisation de la chaleur fatale.

3 Au niveau d'un pays

- Réduire les importations d'énergie pour dans le même temps, diminuer la dépendance énergétique et améliorer la balance commerciale.
- Favoriser le développement industriel, par l'investissement dans des équipements de valorisation.
- Respecter les engagements environnementaux liés aux politiques européennes de lutte contre le réchauffement climatique.

2 Au niveau d'un territoire

- Créer une synergie économique et environnementale avec le tissu industriel. Synergie qui peut, par exemple s'inscrire dans un projet d'Écologie Industrielle et Territoriale⁷.
- Répondre à un besoin en chaleur d'un bassin de population.
- Limiter les Gaz à Effet de Serre et contribuer à la lutte contre le réchauffement climatique notamment dans le cadre des Schémas Régionaux Climat-Air-Energie (SRCAE) et des Plans Climat Energie Territoriaux (PCET).

⁵ Oxyde d'azote (NOx), oxyde de soufre (SOx), ...

⁶ RSE : Responsabilité Sociétale des Entreprises

⁷ L'Écologie Industrielle et Territoriale favorise et accompagne le développement d'échanges autour des consommations et des rejets des entreprises et des collectivités. Pour plus d'informations, consulter également :

www.ademe.fr/expertises/produire-autrement/production-industrielle-services/passer-a-l'action/lecologie-industrielle-territoriale

Pour quelles valorisations ?

Les axes de valorisation de la chaleur fatale sont multiples et ont différentes motivations. Ils peuvent être :

1 Sous forme de chaleur ⁸

■ pour répondre à des besoins de chaleur propres à l'entreprise (séchage sur d'autres lignes de procédés, préchauffage de l'air comburant, chauffage des locaux, etc.).

et/ou

■ pour répondre à des besoins de chaleur d'autres entreprises situées à proximité d'un territoire (d'un réseau de chaleur urbain).

2 Avec un changement de vecteur énergétique par la production d'électricité

■ pour répondre à des besoins électriques au sein même de l'entreprise, en auto-consommation,

et/ou

■ pour répondre à des besoins électriques collectifs externes (production décentralisée d'électricité).

Ces deux formes de valorisation sont cohérentes et complémentaires car les niveaux de température sont différents pour une valorisation sous forme de chaleur et une valorisation par production d'électricité. Dès lors que la chaleur récupérée atteint un certain niveau de température (environ 150 - 200°C), la production d'électricité est envisageable. La récupération de chaleur pour les réseaux de chaleur, elle, ne nécessite pas forcément de si hauts niveaux de température.

À SAVOIR >

> La chaleur fatale perdue peut coûter doublement cher ! Pourquoi ?

① Elle a été produite et a donc un coût : achat de combustible, coût de production...

② Une fois rejetée, elle doit très souvent être refroidie :

- pour des raisons techniques (pour le traitement des fumées, etc.) ;
- pour des raisons réglementaires (réduction de la température de rejet des eaux usées, etc.).

Son refroidissement présente lui aussi un coût qui vient s'ajouter au coût de production pour, au final, une énergie qui ne sert à rien !

RAPPEL

> PAQUET CLIMAT-ÉNERGIE

Les objectifs* du Paquet-Climat-Énergie (communément appelés *triple 20*) ont été revus à la hausse par la Commission européenne en 2014. Ils sont désormais les suivants :

- **Réduction des Gaz à Effet Serre :**
moins 40 % (contre moins 20 %)
- **Mix énergétique :**
27 % d'énergies renouvelables (contre 20 %)
- **Efficacité énergétique :**
plus 27 % d'amélioration (contre plus 20 %).

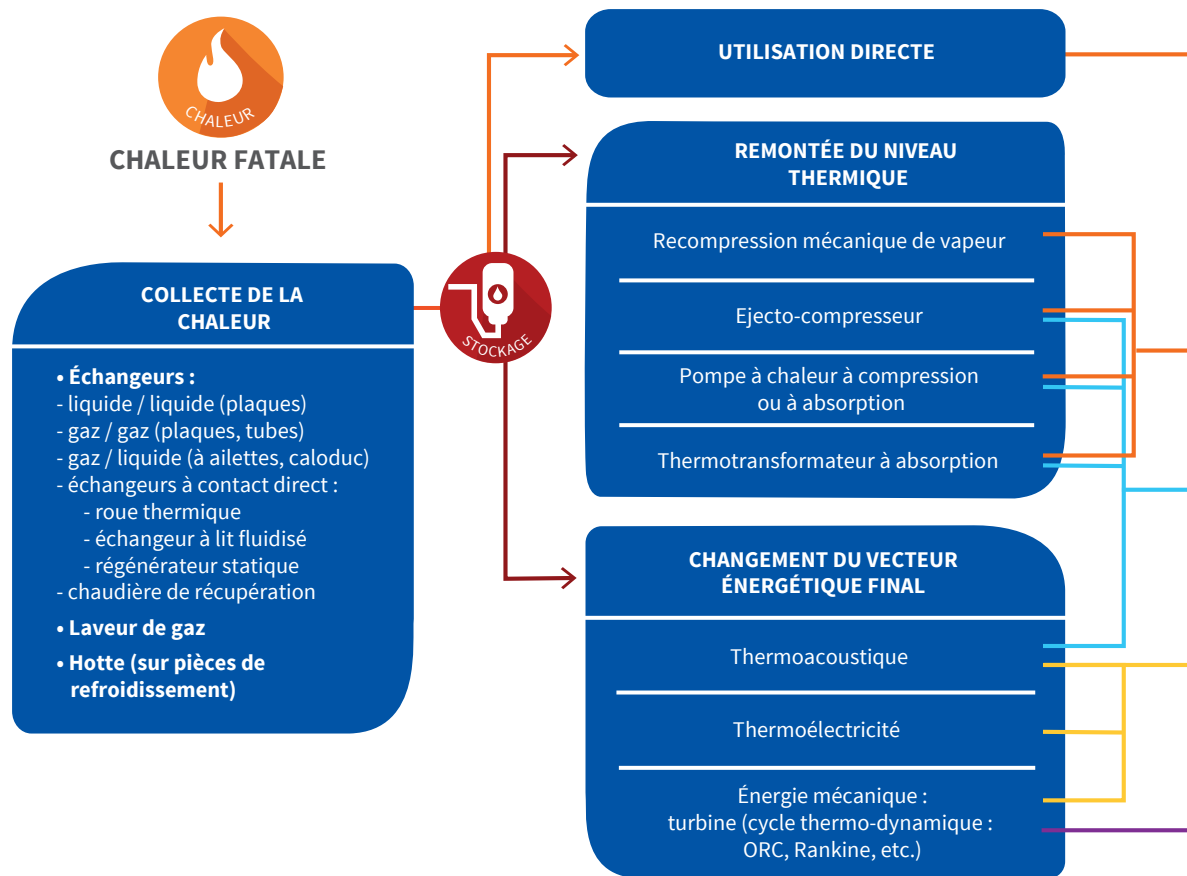
* Objectifs européens à l'horizon 2030 sur la base de l'année de référence 1990

⁸ Il est aussi possible de produire du froid à partir de la chaleur perdue.



Avec quelles technologies ?

Il existe de nombreuses technologies de valorisation industrielle, allant du captage au stockage d'énergie, que la valorisation soit thermique ou électrique.



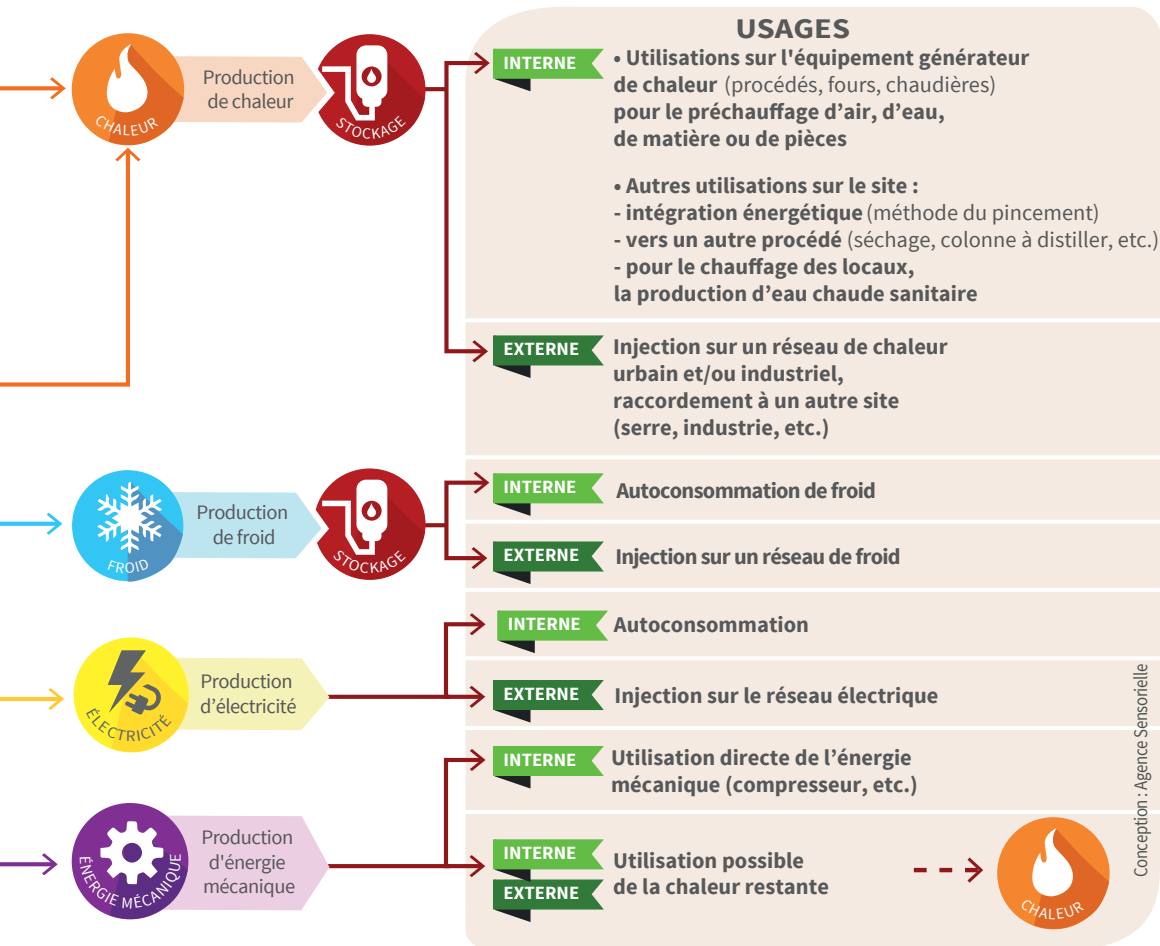
STOCKAGE POSSIBLE
selon la temporalité des sources et des besoins d'énergie thermique.

- stockage par chaleur sensible (surtout eau), accumulateur de vapeur, corps solides
- stockage par chaleur latente (Matériaux à Changement de Phase, glace, etc.)
- stockage thermochimique : par sorption, solide / gaz
- stockage mobile : routier ou fluvial

Vous trouvez des recommandations et bonnes pratiques sur :

www.ademe.fr/energie-dans-votre-atelier

www.recuperation-chaaleur.fr, site dédié à la chaleur fatale industrielle, développé par le CETIAT et l'ADEME.



> LE STOCKAGE, UNE OPPORTUNITÉ pour valoriser de la chaleur fatale à toutes températures :

- Stocker pour maximiser la chaleur fatale récupérée sur une source continue et satisfaire une demande fluctuante nécessitant une production de chaleur d'appoint. Cette solution apporte de la valeur économique au système, principalement par la réduction des consommations fossiles initialement nécessaires pour assurer les pointes.
- Stocker une source de chaleur fatale discontinue pour la restituer à puissance constante. Cette solution serait économiquement attractive pour de nombreux profils de chaleur fatale, notamment à haute température (entre 200 et 350°C) lorsque le dispositif de stockage cycle au moins une fois par jour.

Pour en savoir plus, étude Ademe / ATEE :

www.ademe.fr/etude-valorisation-stockage-thermique-power-to-heat



Selon quelles stratégies ?

La récupération de chaleur fatale doit s'inscrire dans une démarche d'efficacité énergétique cohérente.

1 Réduire en amont, le besoin de chaleur utile et la consommation de combustibles. Autrement dit : limiter le plus tôt possible la chaleur fatale qui sera générée. Il est également nécessaire d'optimiser le fonctionnement des équipements existants par des régulations et systèmes permettant de mieux gérer l'énergie (mesure et suivi des performances réelles⁹ des procédés utilisés).

2 Valoriser en interne, la chaleur fatale récupérée car c'est ce qui est le plus cohérent d'un point de vue énergétique et économique pour l'entreprise. Par exemple récupérer le maximum de chaleur utile soit au sein du procédé lui-même (préchauffage des entrants dans le four...), soit dans les procédés ou installations voisines (récupération de chaleur d'un four pour alimenter un séchoir à proximité ou le chauffage des locaux...).

3 Valoriser en externe

De multiples critères vont influencer sur les voies de valorisation à exploiter :

■ s'il s'agit d'un site éloigné d'un réseau de chaleur ou d'un utilisateur potentiel (par exemple un autre site industriel ayant des besoins de vapeur), alors une valorisation électrique peut s'envisager, tout en regardant les capacités d'autoconsommation. L'aptitude au transport de l'électricité sur de longues distances permet en effet d'entrevoir ce type de valorisation dans ce contexte ;

■ s'il s'agit d'un site à proximité d'un réseau de chaleur ou d'un utilisateur potentiel, alors une analyse sur l'adéquation entre le niveau thermique du rejet et le besoin du réseau de chaleur ou d'un utilisateur potentiel se fera prioritairement avant d'envisager une valorisation électrique.

À SAVOIR >

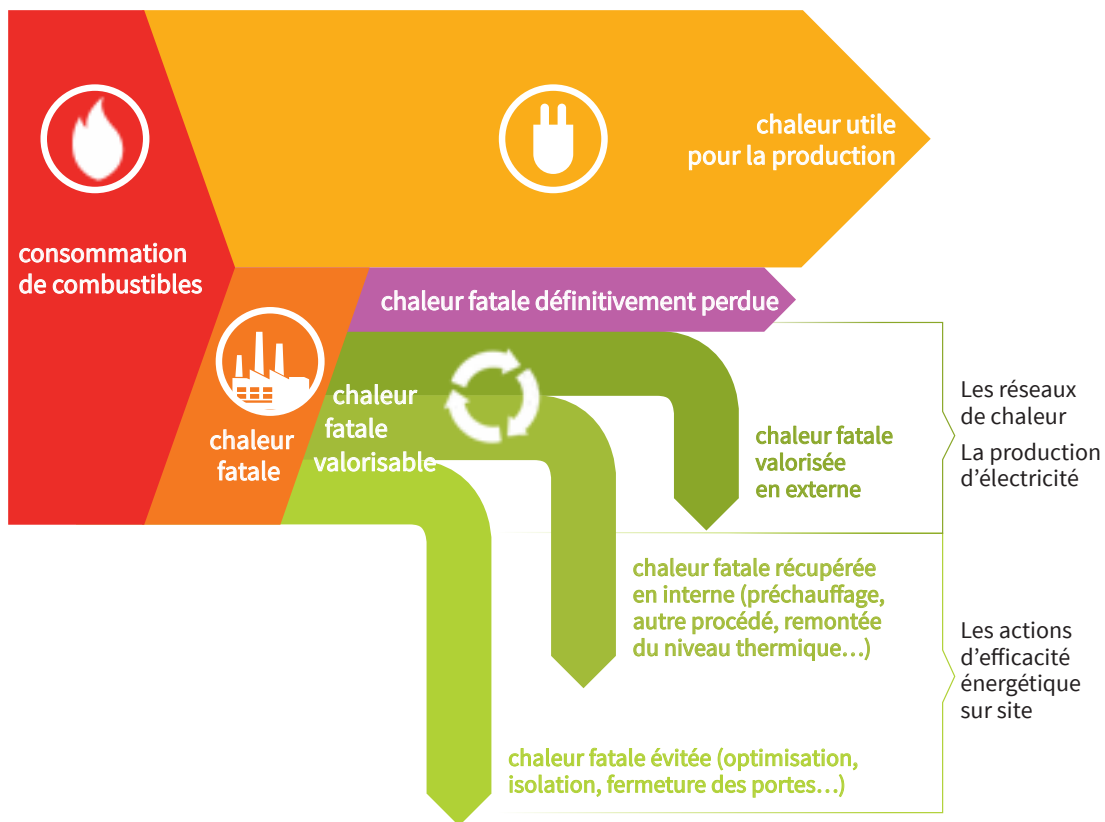
Seules des études personnalisées au contexte pourront réellement déterminer les conditions de valorisation de la chaleur fatale, avec cependant un objectif commun à tous les cas : exploiter au mieux une énergie disponible.

Un guide à la rédaction d'un cahier des charges *Étude de faisabilité récupération de chaleur fatale pour une valorisation interne et/ou externe* est disponible sur www.diagademe.fr

⁹ Voir le guide : *Le comptage de l'énergie : amélioration de la performance énergétique dans l'industrie*. ADEME-DUNOD, 2014 (réf. 7485)

► Répartition de la consommation de chaleur sur un site industriel

Avant toute chose, s'assurer du besoin réel de chaleur utile.



Des gisements identifiés et quantifiés

Pour projeter des politiques et des stratégies de valorisation de la chaleur fatale, à l'échelle d'un périmètre industriel ou d'un territoire, il est important d'avoir connaissance des potentialités existantes.

C'est pourquoi, une cartographie des gisements identifiés et quantifiés pour les industriels comme pour les territoires, a été réalisée. Ces gisements ont de plus été caractérisés en fonction de leur température afin de pouvoir en apprécier les stratégies de valorisation les plus appropriées.

Un périmètre d'évaluation élargi

Pour évaluer un gisement sur un périmètre large, tel le secteur industriel comprenant des secteurs d'activité très diversifiés parmi lesquels chaque entreprise constitue une entité unique, il a été nécessaire de tracer une grille de critères afin d'établir un périmètre d'étude cohérent.

Cible industrielle

Ont été considérées les industries manufacturières et les industries du raffinage du pétrole de la France métropolitaine.

Ce ne sont pas 50, 100 ou 500 sites qui ont constitué le socle de l'étude mais l'ensemble des industries de plus de 10 salariés, pour tous les secteurs, chimie, agroalimentaire, métaux, sidérurgie, verre, cimenterie... répertoriées dans la base de données du CEREN, soit un total de plus de 7000 établissements pour 130 secteurs d'activités. À ceux-ci, ont été ajoutées les 8 raffineries pétrolières de la France métropolitaine en activité en raison de la similitude des procédés thermiques utilisés.

Il s'agit donc d'un périmètre à la fois large et pointu permettant d'appuyer de réelles réflexions pour construire un projet de valorisation énergétique.

À SAVOIR >

ORIGINE DES CHIFFRES : LE CEREN

Créé en 1958, le CEREN (Centre d'Etudes et de Recherche Economiques sur l'énergie) est un observatoire statistique dont l'objectif est de connaître et de suivre les évolutions du marché de l'énergie en France.

Une de ses missions consiste à mieux comprendre les flux énergétiques et les usages de l'énergie dans l'industrie. Pour remplir cette mission, le CEREN a mis en place son propre système d'enquêtes réalisées soit en face à face, soit par correspondance. Les informations recueillies sont complétées par les enquêtes EACEI (Enquêtes Annuelles sur les Consommations d'Énergie dans l'Industrie) de l'INSEE.

Le Ceren a construit une base solide sur les consommations d'énergie de plus de 30 000 sites industriels dont les 7 000 plus gros consommateurs sont caractérisés, de façon plus fine, sur la connaissance de leurs flux et usages énergétiques, et les caractéristiques techniques des équipements thermiques.

Plus d'information sur :
www.ceren.fr

Cible UIOM

C'est sur la base des 126 usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) recensées¹⁰ qu'a été établi le potentiel de chaleur fatale.

La chaleur fatale considérée est celle des fumées issues des fours et des chaudières récupérations.

Cette publication ne traite pas des potentiels de chaleur disponibles après les optimisations des usines d'incinération existantes, notamment par :

- l'amélioration de la combustion des déchets (fours, régulation...),
- le changement du système de traitement des fumées,
- la modification de la cogénération en place¹¹.

Cible STEP

Ont été considérées uniquement les Stations d'Épuration des eaux usées (STEP) dont la filière principale de traitement des boues est classée en « *incinération* » ou en « *séchage thermique* » répertoriées par les Agences de l'eau, soit 60 sites.

N'est pas pris en considération le potentiel de récupération de chaleur sur les eaux usées, assimilé à de la géothermie Très Basse Énergie.

Cible Data Center

Secteur en forte croissance, la cartographie de 177 Data Center hébergeurs établie par Global Security Mag en 2015 a été arrêtée comme référence de consommation.

Les Data Center d'entreprise, très difficiles à identifier, n'ont pas été pris en compte.

LE PÉRIMÈTRE D'ÉVALUATION EN CHIFFRES >

Périmètre de consommation :



Industrie y compris le raffinage

302,6 TWh¹² de combustible et **117 TWh** d'électricité



UIOM (Usine d'Incinération des ordures Ménagères)

36 TWh issus de l'incinération de déchets



STEP (STation d'ÉPuration des eaux usées)

1,3 TWh issus du séchage et de l'incinération de boues



Data Center

2 TWh d'électricité consommée

¹⁰ www.sinoe.org

¹¹ En effet, la dégradation de la part d'électricité produite au bénéfice de la part d'énergie thermique permet d'améliorer au global la performance de l'installation.

¹² 270 TWh de combustible à usage énergétique pour l'industrie (voir page 8) auquel s'ajoute 32,6 TWh pour les activités de raffinage.



Une méthodologie d'évaluation en 3 étapes[®]

ÉTAPE 1

S'attaquer aux procédés les plus énergivores : fours, séchoirs, chaudières

La consommation de combustibles dans l'industrie pour un usage énergétique se partage en effet entre :

- les fours et les séchoirs (en usage direct de combustibles) qui représentent, à eux deux, près de **51 %** de cette consommation,
- les chaudières qui en représentent **39 %**.

Les fours à arc de la sidérurgie, utilisant 4 TWh d'énergie électrique, ont aussi été considérés. Ils génèrent en effet des fumées à hautes températures (> 250°C après traitement) qu'il est possible de valoriser.

Viser les rejets les plus accessibles de ces procédés : fumées, buées

Il s'agit des rejets gazeux constitués par les fumées des fours et des chaudières, et les buées des séchoirs. Les températures de ces rejets vont de moins de 100°C (certaines buées de séchoir et fumées de chaudières) à plus de 500°C (fumées de four).

ÉTAPE 2

S'intéresser à d'autres procédés consommateurs, pouvant faire l'objet d'une valorisation de leurs rejets thermiques : **les systèmes frigorifiques et d'air comprimé**, qui représentent à eux deux **20 %** de la consommation d'électricité de l'industrie.

Viser les rejets les plus accessibles de ces procédés : fluides de refroidissement

Il s'agit à la fois des fluides de refroidissement des compresseurs d'air et de froid, mais également des autres composants des systèmes frigorifiques : condenseur et échangeurs de désurchauffe. Ces fluides présentent des températures inférieures à 90°C.

[®] Les valeurs proviennent des études CEREN et d'informations fournies par les industriels interrogés ou à dire d'expert. Puis les chiffres ont fait l'objet d'une extrapolation statistique permettant d'appréhender l'ensemble de l'industrie. Des critères supplémentaires ont été définis pour l'évaluation du gisement pour la production électrique à partir de chaleur fatale (voir page 41).

ÉTAPE 3

Investiguer d'autres sources de rejets thermiques : les eaux de nettoyage et des produits industriels faisant l'objet d'un refroidissement

Il s'agit :

- des eaux usées des matériels de nettoyage et dont la température est couramment à très basse température (< 40°C) ;
- de la chaleur sensible de trois grands produits industriels (acier, clinker et verre) et dont l'air après refroidissement dépasse 200°C.

CONCLUSION

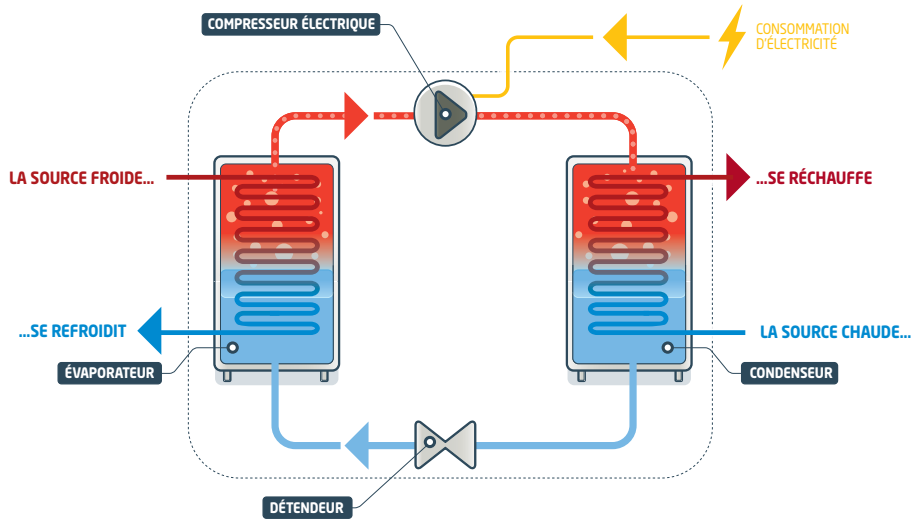
Cette stratégie de sélection permet de couvrir les principaux rejets thermiques et à toutes gammes de température. Il s'agit de cibler les gisements en fonction de leur température, permettant ensuite de déterminer les meilleures voies de valorisation possibles.

À titre d'exemple, les Pompes à Chaleur permettent de valoriser les gisements à basse température qui ne trouvent pas de valorisations directes, en remontant leurs niveaux thermiques.

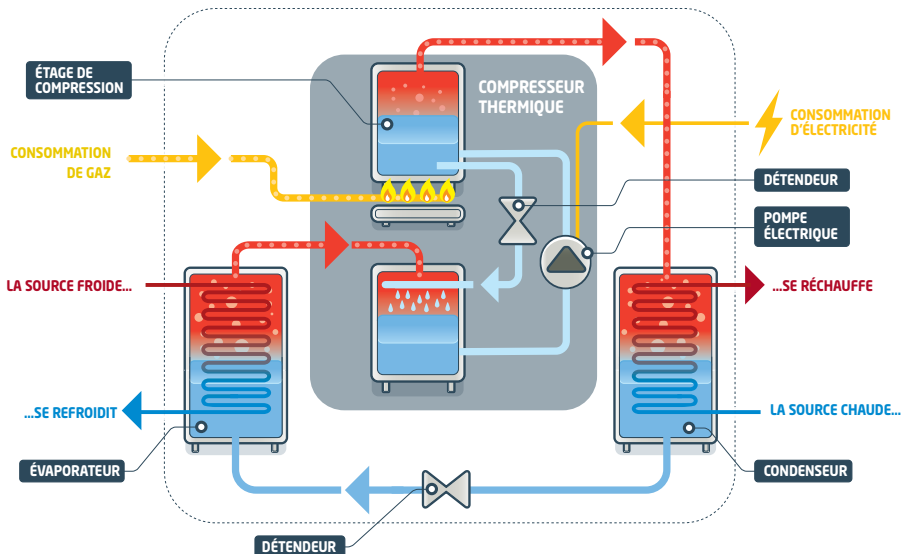
À SAVOIR > LES POMPES À CHALEUR

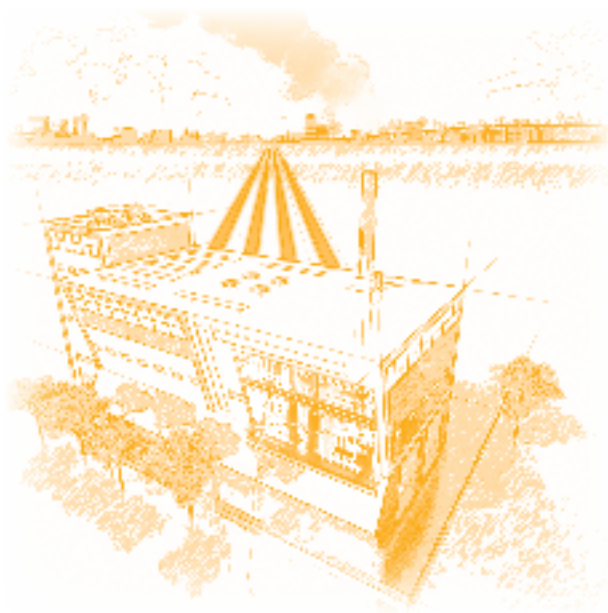
Deux types de pompes à chaleur (PAC) existent : les pompes à chaleur à compression électrique et les pompes à chaleur à compression thermique. Dans les deux cas, l'origine de la source dite « froide à l'évaporateur » correspond à de la chaleur fatale. La PAC permet ainsi d'élever le niveau thermique de la chaleur récupérée, et de satisfaire des besoins en chaleur de température plus élevée.

▶ Pompes à chaleur électrique : principe de fonctionnement



▶ Pompes à chaleur gaz à absorption : principe de fonctionnement





Gisement national de chaleur fatale industrielle et répartition par région

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

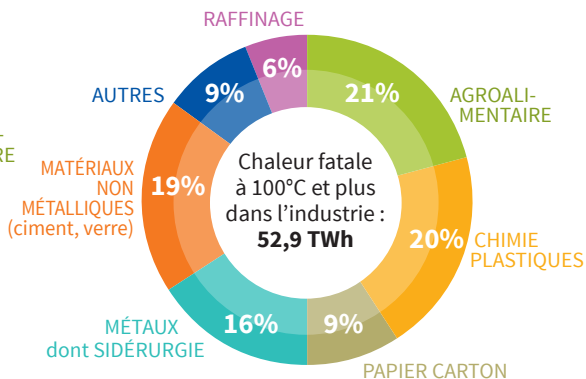
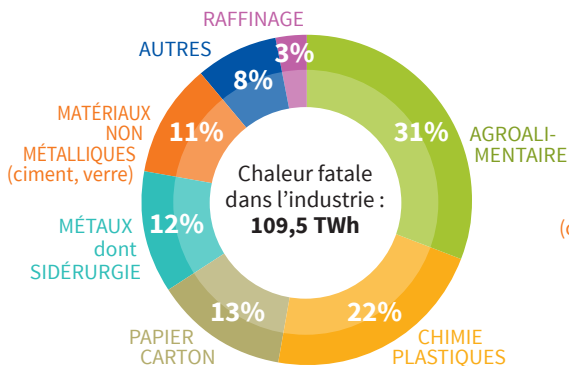


Résultat national industrie

109,5 TWh, soit **36 %** de la consommation de combustibles de l'industrie¹², rejetés sous forme de chaleur, dont **52,9 TWh** perdus à plus de 100°C

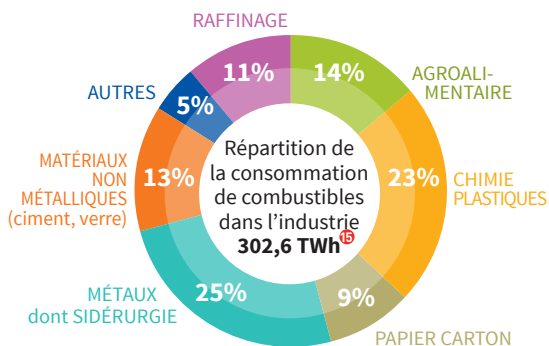
Origine du gisement

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



RAPPEL

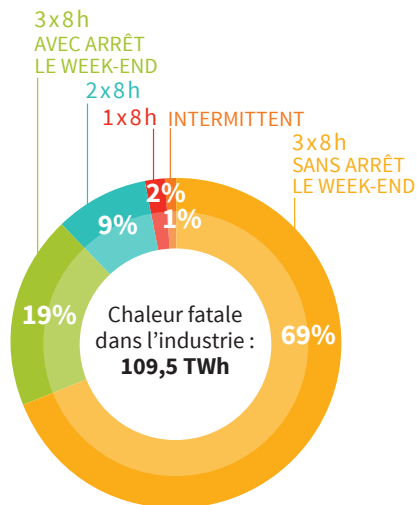
> RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION DE COMBUSTIBLES DANS L'INDUSTRIE



Les pourcentages de consommation et de gisement de chaleur fatale par secteur ne sont donc pas similaires.

Par exemple, le secteur de l'agroalimentaire qui concentre 14% de la consommation de combustibles représente 31% du gisement de chaleur fatale.

Les conditions de fonctionnement du site de production jouent dans le volume de chaleur fatale : les sites fonctionnant en 3x8 et sans arrêt le week-end en sont les plus générateurs.



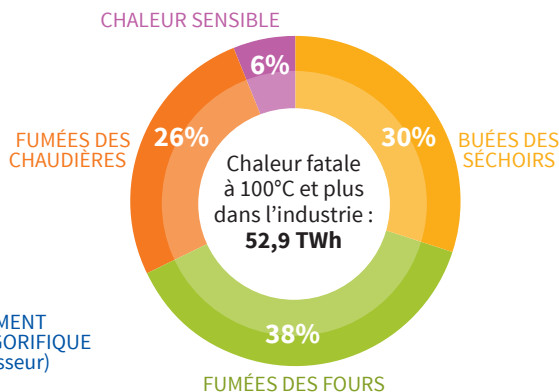
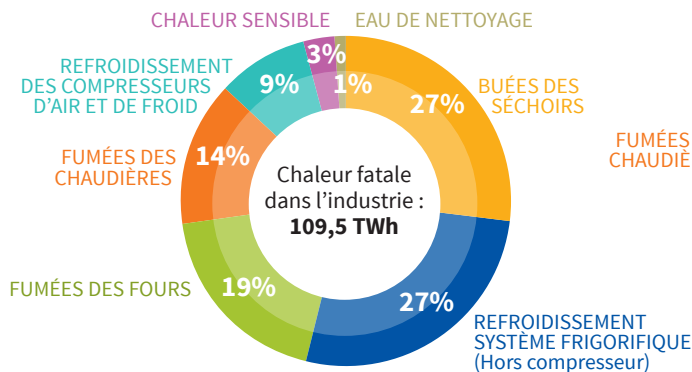
¹² Hors usage en matière en première, mais y compris le secteur du raffinage

¹⁵ 302,6 TWh = 270 TWh (consommation à usage énergétique dans l'industrie hors raffinage, voir page 8) + 32,6 TWh (consommation des activités de raffinage).

Types de rejets

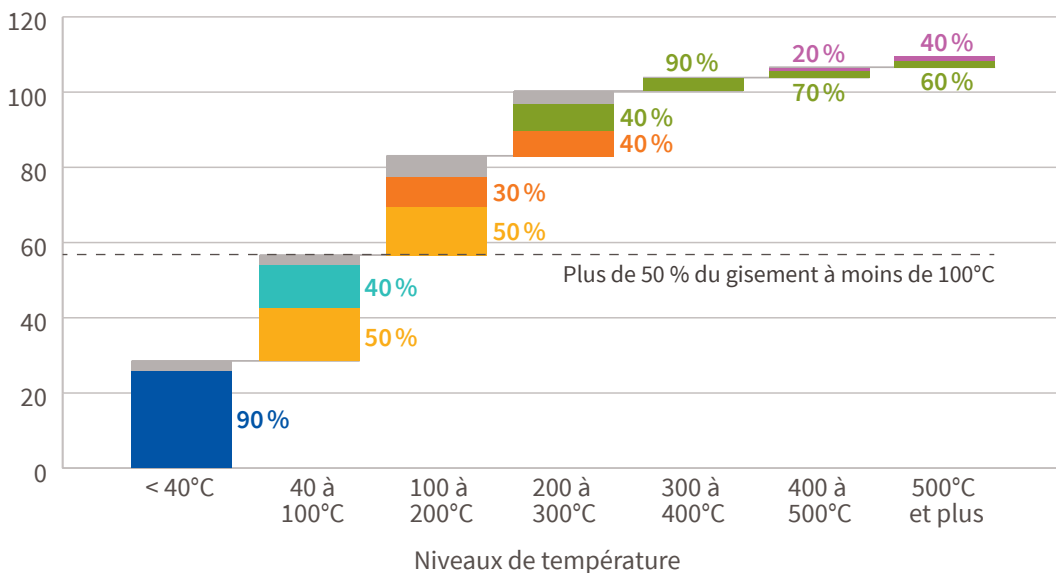
Ce gisement provient :

- des fumées de fours,
- des buées de séchoirs,
- des fumées de chaudières,
- de la chaleur sensible des produits en sortie de fours faisant l'objet d'un refroidissement,
- des eaux usées de nettoyage,
- des fluides de refroidissement des compresseurs d'air ou de froid,
- des fluides de refroidissement des systèmes frigorifiques (hors compresseurs).



Par niveaux de température

Gisement en TWh



Résultat en régions

Répartition des 109,5 TWh de gisement de chaleur fatale industrielle par région

Régions	Gisement de chaleur fatale en GWh selon la gamme de température						Total
	< 100°C	100-199°C	200-299°C	300-399°C	400-499°C	> 500°C	
Grand Est	8 610	4 900	2 990	450	420	290	17 660
Hauts-de-France	7 800	4 360	3 080	510	610	1 230	17 590
Auvergne-Rhône-Alpes	8 540	2 230	1 910	500	400	210	13 790
Nouvelle-Aquitaine	5 590	2 750	1 410	290	190	90	10 320
Normandie	4 150	3 200	1 580	560	270	120	9 880
Provence-Alpes-Côte d'Azur	2 860	2 570	2 730	380	160	490	9 190
Pays de La Loire	4 380	1 070	760	240	160	40	6 650
Bretagne	4 680	1 050	410	40	50	30	6 260
Occitanie	2 670	1 030	660	200	150	70	4 780
Bourgogne-Franche-Comté	2 410	1 130	550	160	160	90	4 500
Centre-Val de Loire	2 660	970	510	110	110	80	4 440
Île-de-France	2 180	1 150	820	130	90	50	4 420
Corse	< 10	< 10	0	0	0	0	< 20
Toutes régions métropolitaines	56 540	26 420	17 410	3 570	2 770	2 790	109 500

Trois régions industrielles, Grand Est, Hauts-de-France et Auvergne-Rhône-Alpes concentrent plus de 45 % du potentiel national.

Des spécificités sectorielles existent entre les différentes régions. Par exemple :

Hauts-de-France Avec plus de 40 %, l'agroalimentaire est de loin le secteur qui contribue le plus au potentiel régional de chaleur fatale.

Auvergne-Rhône-Alpes Une région industrielle diversifiée, la chimie représente plus du tiers du potentiel régional de chaleur fatale.

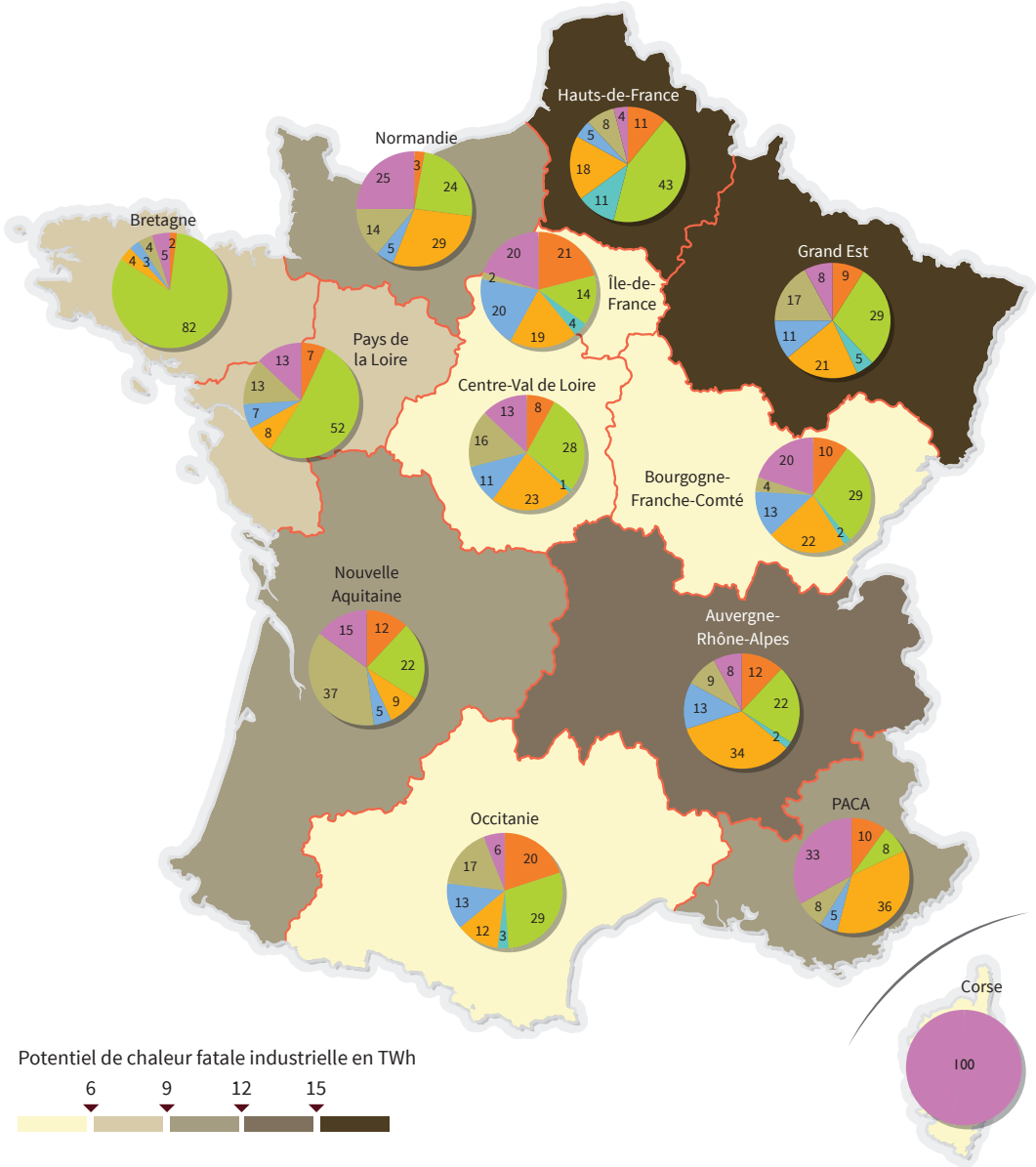
Provence-Alpes-Côte d'Azur La chimie et le raffinage contribuent à 45 % du potentiel régional de chaleur fatale.

Bretagne Le potentiel se singularise par le poids important de l'agro-alimentaire représentant plus de 80 % du potentiel.

Nouvelle-Aquitaine Le secteur du papier-carton représente plus du tiers du potentiel régional de chaleur fatale.

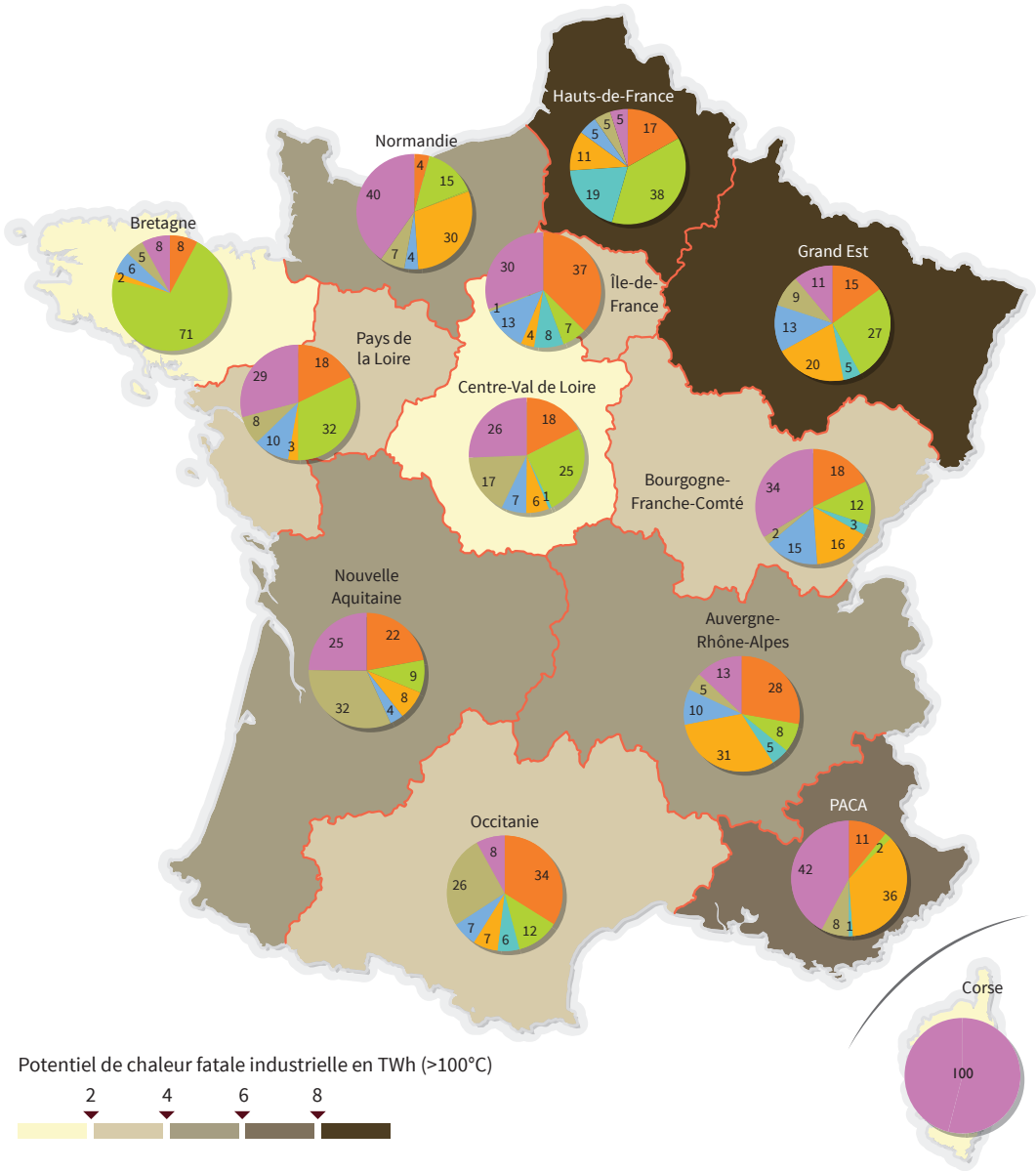


Répartition de la chaleur fatale industrielle par région et par secteur industriel



* Les sites considérés en secret-statistique sont comptabilisés dans « autres ». La catégorie « autres » n'est donc pas identique pour toutes les régions.

Répartition de la chaleur fatale industrielle (> 100°C) par région et par secteur industriel



Répartition de la chaleur fatale industrielle (> 100 °C) par région et par secteur industriel, en pourcentage

- | | |
|---|--|
| ■ Minéraux non-métalliques | ■ Industries mécaniques et fonderies |
| ■ Industries agro-alimentaires | ■ Papier-carton |
| ■ Métallurgie (sidérurgie et non-ferreux) | ■ Autres* (dont raffinage) |
| ■ Chimie (dont plastiques) | |

* Les sites considérés en secret-statistique sont comptabilisés dans « autres ».
La catégorie « autres » n'est donc pas identique pour toutes les régions.





Gisement national
de chaleur fatale
issue d'UIOM, STEP
et Data Center

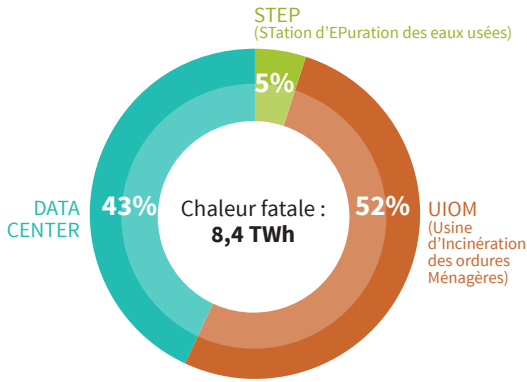
8,4 TWh
dont 2,4 TWh perdus
à plus de 100°C



Résultat national UIOM, STEP et Data Center

8,4 TWh, dont 2,4 TWh perdus à plus de 100°C

Origine du gisement et niveaux de température



À SAVOIR >



UIOM : 4,4 TWh,
à récupérer sur le parc existant¹⁶.

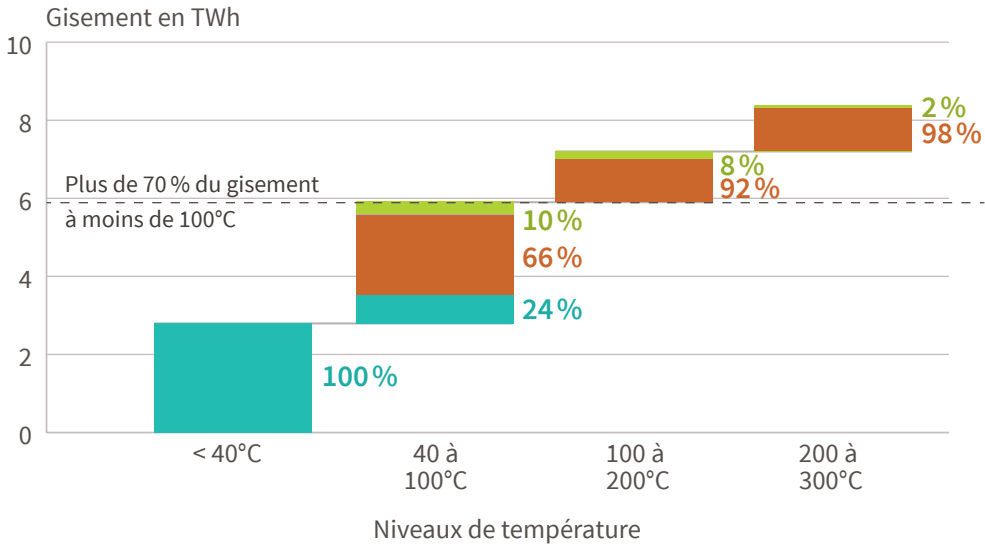
En 2014, les 126 UIOM françaises ont valorisé 14,4 millions de tonnes de déchets, en produisant 9,5 TWh de chaleur et 3 TWh d'électricité¹⁷.



STEP : 0,4 TWh,
à récupérer sur les 60 stations
d'épuration dont la filière principale de traite-
ment des boues est classée en « *incinération* »
ou en « *séchage thermique* ».



Data Center : 3,6 TWh,
à récupérer sur les 177 Data Center
hébergeurs répertoriés en 2015.



¹⁶ Cette publication ne porte pas sur les potentiels de chaleur obtenus après l'optimisation ou modification des UIOM existantes (voir page 19).

¹⁷ www.sinoe.org

Gisement de chaleur
fatale à proximité
des réseaux
de chaleur existants

16,7 TWh
à plus de 60°C



Résultat national

16,7 TWh de chaleur fatale (> 60°C) identifiés à proximité d'un réseau de chaleur existant, soit plus de **70 %** de l'énergie délivrée en 2013 par les réseaux de chaleur en France.

Ce gisement représente un peu plus de **1,66 millions** équivalents logements.

Historiquement, les réseaux de chaleur en France ont été dimensionnés pour desservir des ensembles de bâtiments plutôt denses, demandeurs de grandes quantités d'énergie, avec des régimes de température élevée : de 90°C à 110°C en eau chaude basse pression, et parfois supérieur en eau surchauffée et vapeur.

13,4 TWh à plus de 90°C

à proximité d'un réseau de chaleur existant.

RAPPEL MÉTHODOLOGIQUE

Cette estimation du potentiel de récupération de chaleur à proximité des réseaux de chaleur existants a été menée :

- sur 307 réseaux de chaleur¹⁸
- desservant 509 communes, dont 496 abritant au moins un site industriel ou tertiaire du champ de l'étude.

La chaleur fatale provient des sites industriels (y compris les raffineries), des UIOM, STEP et Data Center présents géographiquement sur l'ensemble de ces communes.

Pour les communes disposant de plusieurs réseaux de chaleur (Strasbourg ou Montpellier par exemple), un seul réseau apparaît sous la dénomination du nom de la ville, dans la mesure où le critère géographique d'identification des sites se limite à la commune d'appartenance.

CHIFFRES CLÉS 2015 DES RÉSEAUX DE CHALEUR >

Plus de 600 réseaux

77 % fonctionnant avec une énergie renouvelable ou de récupération

4 738 km de longueur

22 769 GWh par an délivrés pour chauffer bâtiments résidentiels et tertiaires

2,27 Millions d'équivalents logements desservis

Source : *Chiffres clés 2015 des réseaux de chaleur, SNCU, 2016*

¹⁸ Liste des réseaux recensés par l'arrêté du 27 octobre 2014 qui contient une liste exhaustive des réseaux de chaleur et de froid en métropole

Gisements entre 60°C et 90°C, une opportunité sur réseau de chaleur

Avec le développement des quartiers basse consommation, la rénovation thermique des bâtiments existants et l'essor des émetteurs basse température (ex. : planchers chauffants), les besoins de chaleur peuvent évoluer à la baisse. Dans ce cas, un réseau à basse température est plus adapté.

De multiples combinaisons peuvent ainsi être envisagées pour exploiter des gisements de chaleur fatale dès 60°C sur les territoires où un réseau de chaleur est déjà déployé :

- La création d'une boucle d'eau chaude locale, par la mise en place d'un échangeur intermédiaire (dit « *sous station intermédiaire* »), permet d'abaisser la température sur un périmètre restreint où les émetteurs sont compatibles avec un régime basse température, et ainsi d'y valoriser de la chaleur de récupération à un niveau de température inférieur.

- L'utilisation d'une pompe à chaleur haute température permet d'élever un gisement de chaleur récupérée à la température nécessaire pour une valorisation sur un réseau de chaleur existant. Cependant, leur efficacité énergétique diminuant lorsque l'écart de température à combler augmente, la pertinence d'un tel investissement doit être validée au préalable via une analyse technico-économique.

3,3 TWh entre 60 et 90°C

à proximité d'un réseau de chaleur existant.

À SAVOIR >

> DISTRIBUTION EN BASSE TEMPÉRATURE

La diminution du régime de température du fluide caloporteur, par exemple par le passage d'un régime 90°C aller/70°C retour à un régime 75°C/35°C, permet en moyenne de diminuer de près de 50 % les pertes thermiques sur le réseau de distribution.

Avantages

- Possibilité d'exploiter de nouvelles sources de chaleur fatale ou d'énergies renouvelables, plus adaptées à la basse température ;
- Diminution des pertes thermiques sur le réseau de distribution.

Inconvénient

- Réseau secondaire et émetteurs du consommateur de chaleur doivent être adaptés.

Pour en savoir plus :

<http://reseaux-chaleur.cerema.fr/techniques-doptimisation-des-reseaux-de-chaleur>

Et les gisements de chaleur < à 60°C ? Un potentiel via les boucles d'eau tempérée...

Constituée d'un réseau unique distribuant de l'eau à basse température pour alimenter les pompes à chaleur eau/eau décentralisées, elle permet de répondre aux besoins de chauffage, de froid et de l'eau chaude sanitaire parfois simultanément.

Elle peut être alimentée par de multiples sources de chaleur fatale basse température (groupe froid, eaux usées...), et même être couplée avec des énergies renouvelables, telles que la géothermie

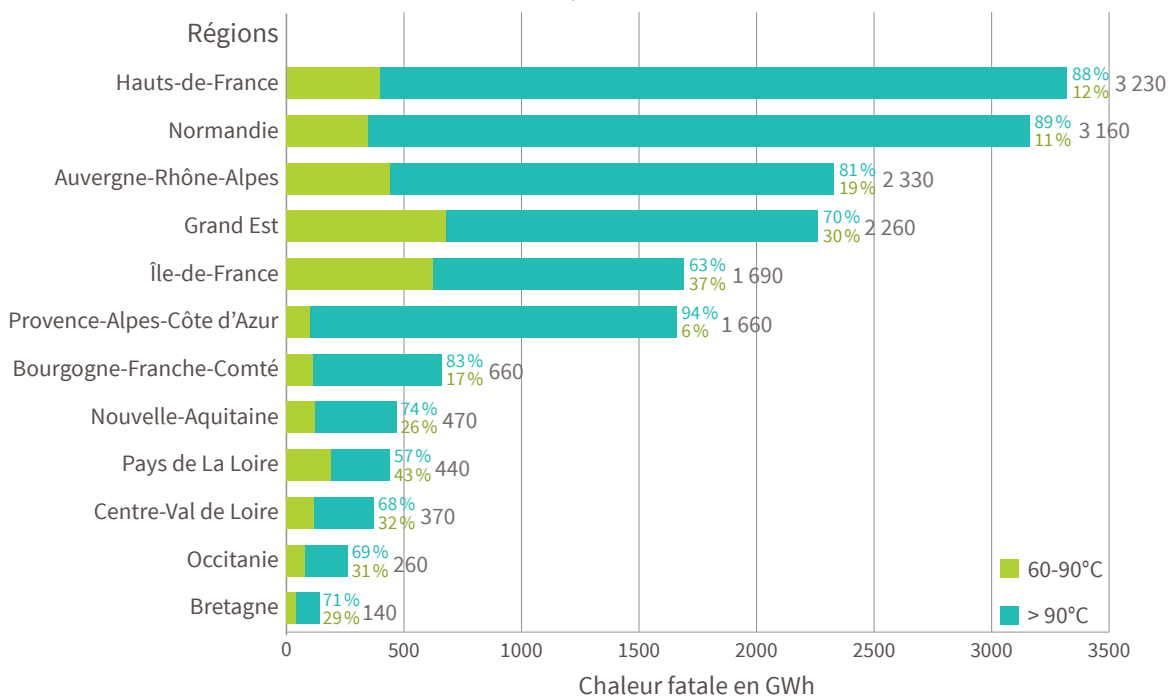
très basse énergie ou le solaire thermique, pour une mutualisation sur une seule boucle.

Quels avantages ?

Cette solution permet de mutualiser un accès à une source très basse température afin de faire fonctionner les pompes à chaleur décentralisées à de très bon niveau de performance, au plus près des besoins réels au niveau de chaque sous station.



Répartition du potentiel de chaleur fatale (> à 60°C) à proximité des réseaux de chaleur existants par région et niveaux de température



Les régions Hauts-de-France et Normandie concentrent à elles seules, en deux parts sensiblement égales, 40 % du gisement. Si l'on ajoute les deux régions Auvergne-Rhône-Alpes et Grand Est, 2/3 du gisement de chaleur fatale est atteint.

À SAVOIR > LA LOI SUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE POUR LA CROISSANCE VERTE¹⁹ VALORISE LES RÉSEAUX DE CHALEUR VERTUEUX

L'objectif est de multiplier par cinq la quantité de chaleur et de froid renouvelable et de récupération livrée par les réseaux à l'horizon 2030, pour atteindre 39,5 TWh.

Un défi qui mobilise les collectivités en partenariat avec leurs gestionnaires puisque, si en 2012, la quantité de chaleur renouvelable et de récupération livrée était de 7,9 TWh, elle représente aujourd'hui 11,2 TWh soit une progression de plus de 40%.

Les avantages des réseaux de chaleur en matière de développement durable vont au-delà de l'utilisation des énergies vertes et de la réduction de l'effet de serre. Ce type de chauffage permet également de lutter contre la **précarité énergétique**, de **favoriser l'émergence d'une économie circulaire**, créatrice d'activité économique et d'emplois pérennes sur toute la France et une **très nette amélioration de la qualité de l'air** sur tout le territoire.

¹⁹ Loi n° 2015-992 du 17 août 2015

Régions	Gisement de chaleur fatale à proximité des réseaux de chaleur en GWh selon la gamme de température						Total
	60-90°C	90-199°C	200-299°C	300-399°C	400-499°C	>500°C	
Hauts-de-France	400	890	1 030	40	60	810	3 230
Normandie	340	1 890	520	270	100	40	3 160
Auvergne-Rhône-Alpes	450	1 000	640	120	70	50	2 330
Grand est	680	830	550	60	90	50	2 260
Île-de-France	630	470	480	40	40	30	1 690
Provence-Alpes-Côte d'Azur	100	610	820	90	40	0	1 660
Bourgogne-Franche-Comté	110	280	110	40	80	40	660
Nouvelle-Aquitaine	120	200	130	10	10	0	470
Pays de La Loire	190	140	80	10	10	10	440
Centre-Val de Loire	120	120	80	10	30	10	370
Occitanie	80	110	60	0	10	0	260
Bretagne	40	60	40	0	0	0	140
Corse	0	0	0	0	0	0	0
Total	3 260	6 600	4 540	690	540	1 040	16 670

Les principaux réseaux de chaleur disposant d'un potentiel de chaleur fatale

Hauts-de-France : Dunkerque, Amiens, Maubeuge, Calais, Lille, Montataire, Arras, Compiègne

Normandie : Le Havre, Notre-Dame-de-Bondeville, Le Petit-Quevilly, Rouen, St-Étienne-du-Rouvray, Les Andelys, Lisieux, Louviers

Auvergne-Rhône-Alpes : Grenoble, Vénissieux, Villeurbanne, Chambéry, Andrézieux-Bouthéon, Clermont-Ferrand, Roanne, Lyon

Grand Est : Saint-Avold, Strasbourg, Reims, Hagueneau, Épinal, Verdun, Vandœuvre-lès-Nancy, Épernay

Île-de-France : CPCU, Montereau, Maisons-Alfort, Créteil, Argenteuil, Sucy-en-Brie, Saint-Germain-en-Laye, Gennevilliers

Provence-Alpes-Côte d'Azur : Martigues, Nice, Toulon, Vitrolles, Aix-en-Provence, Avignon, Manosque

Bourgogne-Franche-Comté : Chalon-sur-Saône, Auxerre, Montbelliard, Dijon, Besançon, Lons-le-Saunier, Mâcon, Dole

Nouvelle-Aquitaine : Cenon, Limoges, La Rochelle, Le Passage, Rochefort, Bordeaux, Poitiers, Mérignac

Pays de Loire : Nantes, Le Mans, Allonnes, Laval, Angers

Centre-Val de Loire : Châteauroux, Chartres, Blois, Orléans, Pithiviers, Joué-lès-Tours, Tours

Occitanie : Toulouse, Montauban, Nîmes, Biars-sur-Cère, Alès, Mende, Castres

Bretagne : Brest, Rennes, Lanester



Une fois l'opportunité identifiée, des études permettront d'évaluer au cas par cas la pertinence d'une valorisation sur un réseau de chaleur, en fonction notamment :

- du contexte technico-économique de la récupération de chaleur. Par exemples : la récupération de chaleur sur des fumées introduit des pertes de charge qu'il faut compenser, la totalité de la chaleur ne peut pas être récupérée pour éviter l'apparition d'acide²⁰ dommageable pour les équipements, etc. ;
- de la distance de réseau à créer entre zones industrielles et urbaines et des travaux spécifiques que cela pourrait engendrer ;
- l'adéquation entre la disponibilité de la source de chaleur et les besoins du réseaux de chaleur ;
- les problématiques de contractualisation entre deux entités différentes (public-privé).

> OBSERVATOIRE DES RÉSEAUX DE CHALEUR

À l'heure où la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte fixe à l'horizon 2030 un objectif de multiplier par cinq les réseaux de chaleur et de froid alimentés à partir d'énergies renouvelables et de récupération, l'observatoire des réseaux de chaleur (www.observatoire-des-reseaux.fr) met notamment à disposition des cartographies du potentiel maximal de développement des réseaux de chaleur.

Reposant sur une analyse des gisements de consommations d'énergie des populations résidentielles et tertiaires, ces cartes permettent une première analyse des secteurs où la création de nouveaux réseaux, la densification et l'extension des réseaux existants apparaissent pertinentes.



> DES GUIDES À DISPOSITION, POUR MENER UNE ÉTUDE PRÉALABLE À L'INVESTISSEMENT :

- guide ADEME à la rédaction d'un cahier des charges *Étude de faisabilité récupération de chaleur fatale pour une valorisation interne et/ou externe* : www.diagademe.fr
- guide de création d'un réseau de chaleur (Amorce, ADEME)
www.ademe.fr/guide-creation-dun-reseau-chaleur

À SAVOIR >

> ICPE : OBLIGATION D'ÉTUDE DE VALORISATION DE LA CHALEUR FATALE VIA UN RÉSEAU UN RÉSEAU DE CHALEUR :

Depuis le 1^{er} janvier 2015, les installations ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement) d'une puissance thermique totale supérieure à 20 MW ont obligation de réaliser une étude coûts-avantages en cas de rénovation substantielle ou d'installation nouvelle.

Pour un industriel, cette étude permet d'évaluer la rentabilité de valoriser de la chaleur fatale par un raccordement à un réseau de chaleur ou de froid. Le champ de cette étude ne s'applique pas à la valorisation de la chaleur fatale in situ ou à la valorisation entre deux sites industriels voisins. Elle concerne également les installations de production d'énergie sur réseau de chaleur ou de froid, afin d'identifier les fournisseurs potentiels de chaleur fatale situés à proximité et juger de la rentabilité du raccordement.

Références

- Décret du 14 novembre 2014 transposant l'article 14.5 de la directive européenne 2012/27/UE sur l'efficacité énergétique.
- Arrêté du 9 décembre 2014 précisant le contenu de l'analyse coûts-avantages.

²⁰ En cas de diminution trop importante de la température du flux de chaleur récupéré, le point de rosée de certains composés acides contenus dans le flux de chaleur peut être atteint.

Gisement
de production
d'électricité à partir
de chaleur fatale

1, 1 TWh
pour 250 sites
de puissance installée



Valorisation par la production d'électricité

La valorisation électrique de la chaleur fatale est considérée comme la solution à étudier dans le cas où toute autre possibilité de valorisation par la chaleur ne peut être réalisée.

La valorisation par une production d'électricité s'envisage prioritairement pour des niveaux de température relativement élevée (>150°C).

La chaleur fatale transformée en électricité pourra être utilisée :

- in situ, sur le site industriel en autoconsommation, pour l'alimentation électrique d'équipements ;
- en externe dans une perspective de production décentralisée.

AVANTAGES ET LIMITES DE LA TRANSFORMATION DE LA CHALEUR FATALE EN ÉLECTRICITÉ

AVANTAGES

- un coût environnemental faible (source d'énergie produite à partir d'une énergie de récupération de contenu zéro CO₂), et meilleure utilisation de l'énergie des combustibles (à l'origine de la chaleur fatale) le plus souvent importés ;
- une mise en œuvre indépendante des conditions géographiques et du contexte local, (ce qui n'est pas le cas pour une valorisation via un réseau de chaleur) : l'électricité est un vecteur énergétique facile à transporter, même sur des grandes distances (il suffit d'élever la tension via un transformateur) contrairement à la chaleur ;

LIMITES

- un coût des investissements (notamment par rapport au gain attendu grâce à l'autoconsommation d'électricité) et manque de mécanismes incitatifs à ce jour.

L'évaluation des gisements de chaleur fatale pour une production d'électricité s'est faite sur un périmètre bénéficiant de critères plus affinés. Cela a été possible grâce aux caractéristiques plus souples d'une installation de production électrique par rapport à un besoin thermique local. Des différences de critères sont également justifiées, en raison du coût d'investissement qui nécessite d'avoir à faire face à des enjeux énergétiques forts.

Une méthode d'évaluation des gisements en 4 étapes

1 Estimation

de la consommation d'énergie à partir de la consommation constatée de 302,6 TWh de combustibles (cf. page 8) et de 4 TWh d'électricité des fours à arc de la sidérurgie et après déduction des optimisations et des économies d'énergie possibles et économiquement accessibles.

2 Identification

des différents flux de chaleur susceptible de permettre une production d'électricité : caractérisations en température supérieure à 150°C et en volume.

3 Première sélection

selon des critères de volume :

- volume du niveau de consommation énergétique : ne sont retenus que les sites dont la consommation énergétique est supérieure à 50 GWh (Ces sites représentent 80 % de la consommation énergétique de l'industrie) ;

- volume du niveau de potentiel de gisement : sont exclus les sites représentant moins de 1% du gisement total ;

- analyse croisée entre les volumes ainsi identifiés et les technologies disponibles et opérationnelles de récupération de chaleur.

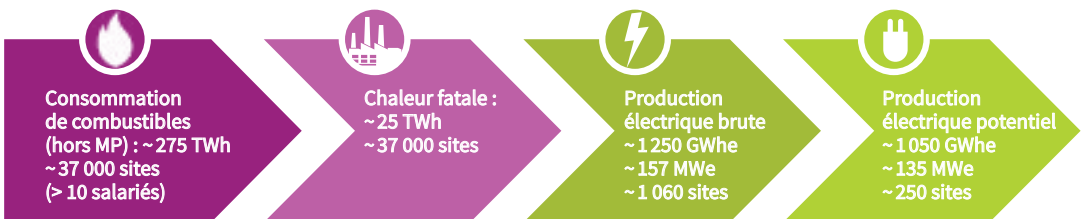
4 Deuxième sélection

pour exploiter le gisement sur un nombre limité de sites, sélection des sites de consommation énergétique supérieure à 200 GWh et qui représentent plus de 80 % du gisement.

À SAVOIR >

À l'issue de ces 4 étapes, la production d'électricité nette est de : 1 050 GWh sur environ 250 sites pour une puissance installée de 135 MWe.

Les principaux secteurs retenus sont les métaux, ciment, verre, chimie et pétrochimie.



- Prise en compte d'actions d'économie d'énergie, y compris de récupération de chaleur avant une production électrique

- Gisements de chaleur fatale pour les effluents > 150°C des fours, chaudières, séchoirs cédés électriques (fours à arc...)

- Analyse complémentaire sur les secteurs énergivores
- Restriction sur la chaleur pour une production en 3x8

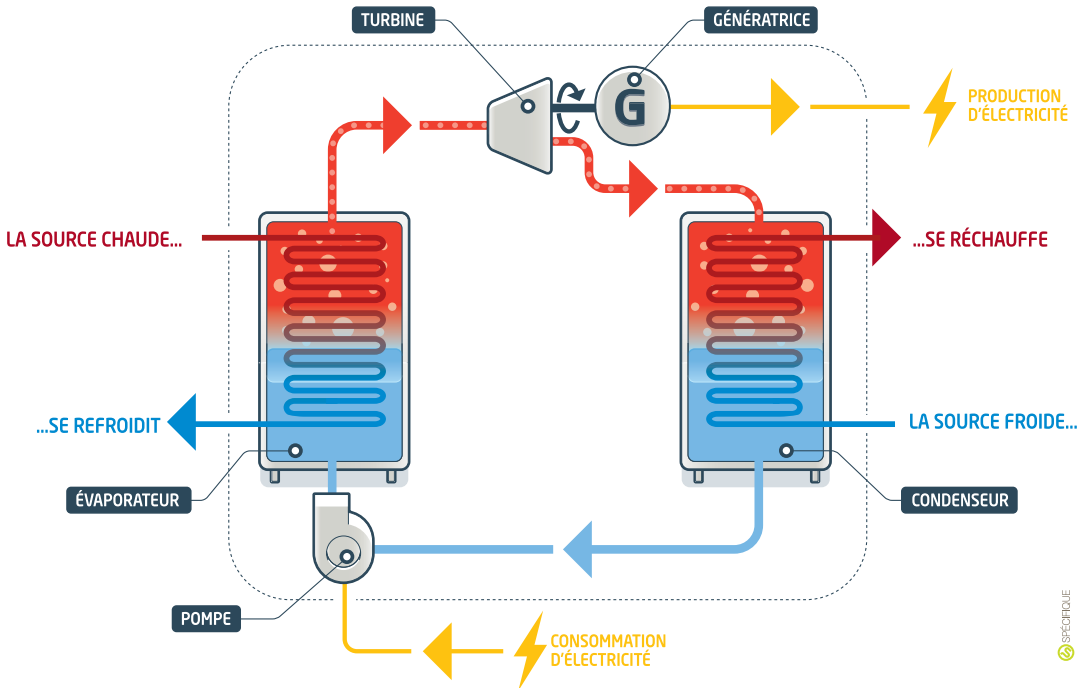
- Prise en compte d'une taille minimum de site (> 50 GWh)
- Prise en compte des technologies et des rendements

- Concentration sur les sites (> 200 GWh)
- Identification des secteurs représentatifs



Quelle technologie pour la production d'électricité ?

► Cycle Organique de Rankine : principe de fonctionnement



SPÉCIFIQUE

Un cycle organique de Rankine est un cycle thermodynamique avec changement de phase du fluide de travail : un fluide organique se vaporise en récupérant de la chaleur à l'évaporateur puis est détendu dans une turbine accouplée à une génératrice. L'utilisation d'un condenseur et d'une pompe sont également nécessaires pour garantir le fonctionnement du cycle thermodynamique.

Similaire sur le principe au cycle de Rankine utilisant de l'eau, l'intérêt de l'utilisation d'un fluide organique réside dans sa capacité à valoriser une source chaude à basse température (< 400°C) - par exemple de la chaleur fatale industrielle - car la température d'ébullition du fluide organique est inférieure à celle de l'eau.

Les machines ORC (Organic Rankine Cycle) constituent la technologie la plus prometteuse pour valoriser les flux thermiques industriels dont la température est supérieure à 150°C.

À SAVOIR >

La production d'électricité à partir de chaleur perdue peut être aussi associée à une valorisation complémentaire de la chaleur résiduelle.

Par exemple, la chaleur récupérée au niveau du condenseur - et qui est à plus basse température que la chaleur fatale - peut être utilisée pour le chauffage de locaux à l'intérieur du site ou pour alimenter un réseau de chaleur.

Le Fonds Chaleur
de l'ADEME



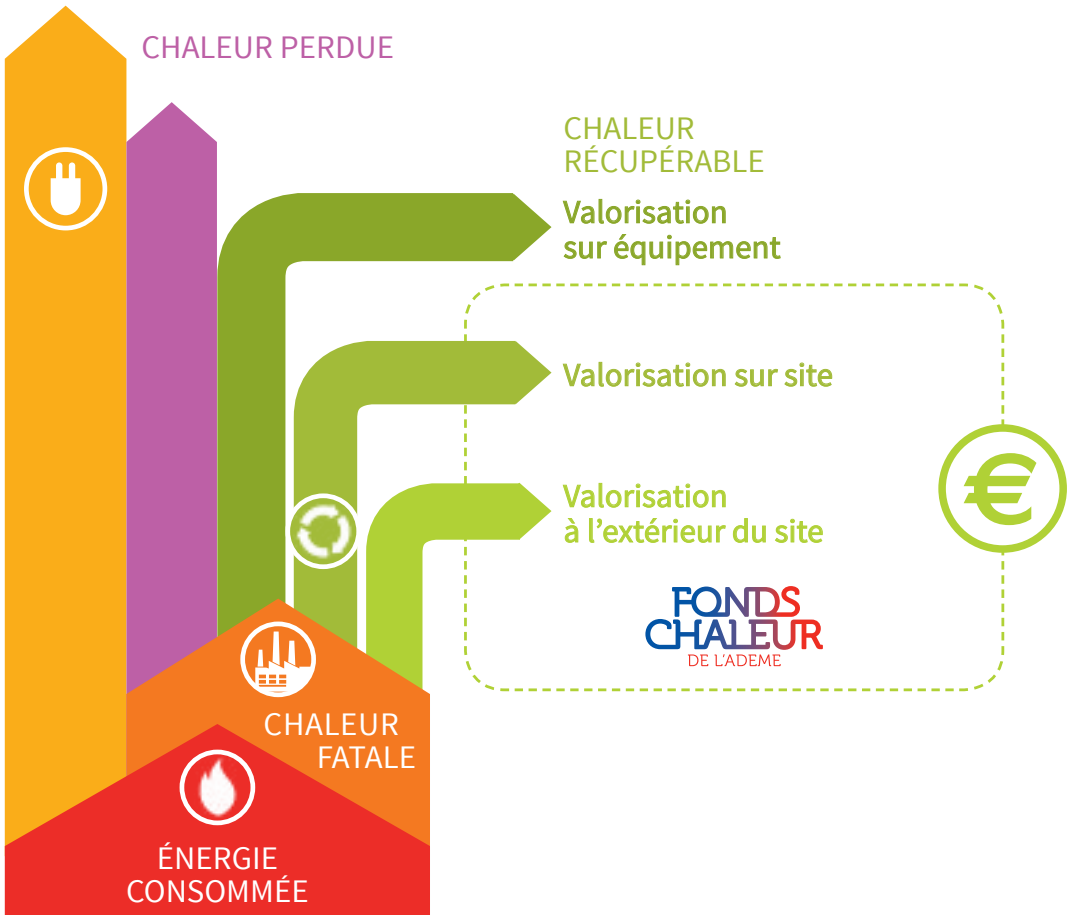
Pour aller plus loin : le Fonds Chaleur de l'ADEME



L'ADEME soutien, via le Fonds Chaleur, la production de chaleur renouvelable à partir de biomasse, géothermie, solaire thermique ainsi que **la récupération de chaleur fatale et le développement des réseaux de chaleur alimentés à plus de 50% en énergies renouvelables et de récupération.**

► La chaleur de récupération : un gisement à exploiter

CHALEUR UTILE
POUR LA PRODUCTION



L'ADEME accompagne les projets de récupération de chaleur fatale en aidant financièrement les projets d'investissements, mais également les études de faisabilité préalables.

Qui est concerné ?

- Sites industriels
- UIOM (Usines d'Incinération d'Ordures Ménagères)
- STEP (Station d'Épuration des eaux usées)
- Data Centers
- Hôpitaux
- Autres secteurs tertiaires...

NE SONT PAS ÉLIGIBLES

- les investissements pouvant bénéficier du dispositif CEE (Certificat d'Économies d'Énergie) via une fiche d'opération standardisée.

Quel périmètre ?

- Récupération de chaleur résiduelle sur un procédé pour une valorisation sur un autre procédé unitaire^①
- Stockage et remontée du niveau de température (PAC, CMV...)
- Distribution et valorisation de chaleur, pour une valorisation interne (chauffage de locaux), ou en externe (entreprise voisine, réseau de chaleur urbain...)

Vous avez un projet ?

L'instruction des demandes de financement est réalisée par les Directions Régionales de l'ADEME : de gré à gré ou par appel à projets.

Le contact dans votre région : www.ademe.fr/regions

Pour plus d'informations sur les modalités d'aides : www.ademe.fr/fondschaleur

^① On entend par procédé unitaire une subdivision d'un procédé industriel complet qui correspond en général à une opération physique ou chimique (réacteur, échangeurs, séparateurs, pompes...).



Notes



L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition Ecologique et Solidaire et du ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

www.ademe.fr



@ademe

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



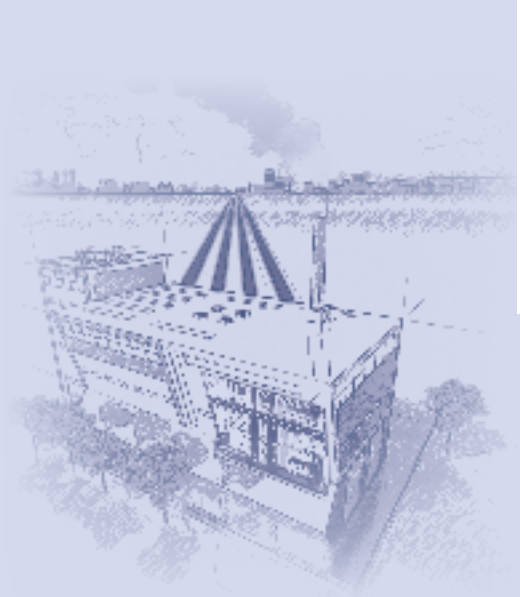
CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



LA CHALEUR FATALE

Eaux de refroidissement, condensats, fumées, air chaud, buées ou vapeur de procédé... sont autant de sources de chaleur jusque-là perdues, dites aussi « fatales ». Cette chaleur est dans la plupart des cas récupérable, et peut devenir une source d'économies d'énergie non négligeable.

Ainsi, les procédés peuvent être mis en synergie : la chaleur récupérée sur un procédé peut servir à en alimenter un autre. Ils peuvent aussi constituer une source d'approvisionnement en chaleur pour un bassin d'activité industrielle, tertiaire ou résidentiel. Cette perspective est d'autant plus intéressante que l'optimisation énergétique et son rôle crucial dans la lutte contre le réchauffement climatique nécessite une cohérence d'action entre tous les acteurs.

Afin d'objectiver le potentiel énergétique que représente la chaleur fatale en France, cette publication Ademe met à disposition des chiffres qui montrent l'existence de gisements significatifs pour les industries comme pour les territoires.

L'industrie présente un potentiel de chaleur fatale de 109,5 TWh, soit 36 % de sa consommation de combustibles, dont 52,9 TWh sont perdus à plus de 100°C.

À ce gisement s'ajoute 8,4 TWh de chaleur rejetés au niveau des UIOM, STEP et Data Center.

Par ailleurs, 16,7 TWh de chaleur fatale à plus de 60°C sont identifiés à proximité d'un réseau de chaleur existant. Ce potentiel représente un peu plus de 1,66 millions équivalents logements.



www.ademe.fr



8821

